

Alan F. Chalmers

Qu'est-ce que la science ?

Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend



L'époque moderne tient la science en haute estime. La croyance que la science et ses méthodes ont quelque chose de particulier semble très largement partagée. Le fait de qualifier un énoncé ou une façon de raisonner du terme « scientifique » lui confère une sorte de mérite ou signale qu'on lui accorde une confiance particulière. Mais, si la science a quelque chose de particulier, qu'est-ce donc ?

A. F. C.

Premier bilan qui prenne en compte les développements de la philosophie des sciences, *Qu'est-ce que la science ?* propose un panorama stimulant des grands travaux issus de l'école du positivisme logique qui connaît un formidable essor dans le monde anglo-saxon. Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas S. Kuhn et Paul Feyerabend sont ici expliqués par le menu.

6,60 € TTC France

42 / 4126 / 1

ISBN 978-2-253-05506-8



9 782253 055068

Couverture : Josef Albers, *Roller Wrongly*, 1931 / 1972. CNAC.

Centre Georges Pompidou.

© ADAGP.

texte intégral

www.livredepoeche.com



4126 Alan F. Chalmers Qu'est-ce que la science ?

4126

Alan F.
Chalmers



Qu'est-ce que la science ?

Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend

biblio essais



ALAN F. CHALMERS

Qu'est-ce que la science ?

*Récents développements en philosophie des sciences :
Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*

TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR MICHEL BIEZUNSKI

LA DÉCOUVERTE

Titre original :

WHAT IS THIS THING CALLED SCIENCE ? AN ASSESSMENT OF THE
NATURE AND STATUS OF SCIENCE AND ITS METHODS.

(University of Queensland Press, St Lucia, 1976 ;
second edition 1982.)

« Comme tous les jeunes gens, j'étais bien parti pour devenir
un génie, mais malheureusement, j'ai appris à rire. »

Cléa, Lawrence DURRELL.

© A.F. Chalmers, 1976, 1982.

© Éditions La Découverte, Paris, 1987, pour la traduction française.

ISBN : 978-2-253-05506-8 – 1^{re} publication LGF

Préface à la première édition

Ce livre se veut une introduction simple, claire et élémentaire aux conceptions modernes de la nature de la science. En enseignant la philosophie des sciences aux étudiants de premier cycle de philosophie ou à des scientifiques qui souhaitent se familiariser avec les théories récentes sur la science, je me suis aperçu qu'il n'existait pas un seul livre sur la question, pas même un ouvrage à recommander au débutant. Les seules sources disponibles sur ces conceptions modernes sont les sources originales. Elles sont souvent d'un accès difficile pour le débutant, et leur nombre est trop élevé pour qu'elles représentent un matériel maniable pour beaucoup d'étudiants. Ce livre ne saurait, bien entendu, remplacer les sources originales pour ceux qui désirent acquérir une connaissance approfondie du sujet mais j'espère qu'il pourra constituer un premier abord de la question, facile à comprendre, dont on n'aurait pu disposer autrement.

Mon intention de rester simple dans la présentation s'est révélée réaliste pour environ les deux tiers du livre. Parvenu à ce stade, je constatai avec surprise, après avoir commencé à critiquer les conceptions modernes, d'abord que mon désaccord était plus profond que je ne le pensais, ensuite que ma critique donnait lieu à une autre conception assez

cohérente. C'est ce dont traitent les derniers chapitres du livre. J'aimerais penser que la seconde moitié de ce livre ne contient pas seulement les résumés des conceptions actuelles de la nature de la science mais également un résumé des conceptions à venir.

Mon intérêt professionnel pour l'histoire et la philosophie des sciences naquit à Londres, dans une atmosphère dominée par les thèses du professeur Karl Popper. Ce que je dois, à l'homme et à ses écrits, à ses conférences et à ses séminaires, ainsi que plus tard à feu le professeur Imre Lakatos, apparaît clairement tout au long de ce livre. La forme de la première moitié du livre est inspirée du brillant article de Lakatos sur la méthodologie des programmes de recherche. L'école poppérienne se distinguait par l'exigence faite à chacun de clarifier le problème qui l'intéressait et d'exprimer les conceptions qui lui étaient propres de la manière la plus simple et la plus directe possible. Si j'éprouve une dette envers Popper et Lakatos qui ont été exemplaires à cet égard, la capacité que j'ai acquise de m'exprimer simplement et clairement vient surtout de mes contacts avec le professeur Heinz Post, qui fut mon directeur de thèse au Chelsea College lorsque je préparai mon doctorat au Département d'histoire et de philosophie des sciences. Je ne peux m'empêcher d'éprouver un certain embarras en pensant qu'il va me retourner son exemplaire de ce livre en me demandant de réécrire les passages qu'il n'a pas compris. Parmi mes collègues de Londres, dont la plupart étaient étudiants à l'époque, à qui je dois beaucoup, je remercie particulièrement Noretta Koertge, qui enseigne aujourd'hui à l'université d'Indiana, pour son aide qui me fut fort précieuse.

Plus haut j'emploie l'expression école poppérienne, et pourtant ce n'est que lorsque je quittai Londres pour Sydney que je pris conscience de l'importance qu'avait eue pour moi le fait d'avoir participé à ce qui fut une véritable

école. Je découvris, à ma grande surprise, l'existence de philosophes influencés par Wittgenstein, Quine ou Marx qui pensaient que Popper faisait fausse route sur de nombreux points: d'aucuns allaient jusqu'à dire que certaines de ses conceptions n'étaient rien moins que dangereuses. Cette expérience fut éclairante. L'une des choses que j'appris fut que Popper se trompait effectivement sur un grand nombre de points, ainsi que je le montre dans la dernière partie de ce livre. Cela ne saurait cependant masquer le fait que l'approche de Popper est infiniment meilleure que celle en vigueur dans la plupart des départements de philosophie que je connais.

Je dois beaucoup à mes amis de Sydney qui m'ont aidé à me secouer de ma torpeur. Je ne veux pas dire par là que je préfère leur point de vue à celui de Popper. D'ailleurs, ils le savent bien. Mais comme je n'ai pas envie de perdre mon temps dans des absurdités obscurantistes à débattre de l'incommensurabilité des domaines de référence (ici les poppériens dresseront l'oreille), le fait d'avoir été confronté et de m'être opposé à mes collègues et adversaires de Sydney m'a amené à comprendre les points forts de leurs conceptions et les points faibles des miennes. J'espère que je ne léserai personne en citant ici Jean Curthoys et Wal Suchting.

Les lecteurs chanceux et attentifs repéreront dans ce livre une vieille métaphore empruntée à Vladimir Nabokov, et s'apercevront que je lui dois quelque reconnaissance (ou des excuses).

Je conclus en saluant chaleureusement ceux de mes amis qui ne se soucient pas de ce livre, ne le liront pas, mais qui eurent à me supporter pendant que je l'écrivais.

Alan Chalmers,
Sydney, 1976.

Préface à la seconde édition

Si j'en juge par les réactions à la première édition de ce livre, il semble que les huit premiers chapitres remplissent bien leur fonction d'« introduction simple, claire et élémentaire aux conceptions modernes de la nature de la science ». Tout le monde semble être tombé d'accord également sur le fait que les quatre derniers n'y sont pas parvenus. Par conséquent, dans cette nouvelle édition entièrement revue et augmentée, j'ai laissé les chapitres 1 à 8 pratiquement inchangés, et j'ai remplacé les quatre derniers chapitres par six chapitres entièrement nouveaux. L'un des problèmes que posait la dernière partie de la première édition était qu'elle avait cessé d'être claire et élémentaire. J'ai essayé de garder à mes nouveaux chapitres un caractère de simplicité, mais j'ai peur de ne pas y être entièrement parvenu, en particulier lorsque j'ai traité des questions délicates des deux derniers chapitres. Mais en tentant de conserver un niveau d'exposition simple, j'espère n'avoir pas coupé court à d'éventuelles controverses.

L'autre défaut de la dernière partie de la première édition était son manque de clarté. Tout en étant convaincu que j'étais, en tâtonnant, sur la bonne voie, je reconnais n'avoir pas réussi à exprimer une position cohérente et bien argumentée, comme me l'ont clairement montré ceux qui

m'ont fait part de leurs critiques. Louis Althusser y est pour quelque chose, car ses conceptions étaient fort en vogue au moment où j'ai écrit cette première édition, et l'on pourra encore discerner un peu son influence dans cette nouvelle mouture. J'en ai tiré des leçons et, dans l'avenir, je tâcherai de me garder de me laisser indûment influencer par le dernier cri de la mode parisienne.

Mes amis Terry Blake et Denise Russell m'ont convaincu que les écrits de Feyerabend avaient une importance plus grande que celle que j'étais auparavant prêt à admettre. Je lui ai accordé davantage d'attention dans cette nouvelle édition et j'ai essayé de séparer le bon grain de l'ivraie, l'antiméthodisme du dadaïsme. J'ai été également obligé de séparer ce qui a un sens de « l'absurdité obscurantiste de l'incommensurabilité des domaines de référence ».

La révision de ce livre doit beaucoup aux commentaires de nombreux collègues, critiques et correspondants. Je ne tenterai pas de les nommer tous, mais je leur exprime ma dette et les en remercie.

Alan Chalmers,
Sydney, 1981.

INTRODUCTION

L'époque moderne tient la science en haute estime. La croyance que la science et ses méthodes ont quelque chose de particulier semble très largement partagée. Le fait de qualifier un énoncé ou une façon de raisonner du terme « scientifique » lui confère une sorte de mérite ou signale qu'on lui accorde une confiance particulière. Mais, si la science a quelque chose de particulier, qu'est-ce donc ? Ce livre est une tentative d'élucider cette question et d'aborder des problèmes de ce type.

On trouve dans la vie de tous les jours de nombreux signes de la haute considération dont jouit la science, même en dépit de quelques désenchantements liés aux conséquences dont on la tient pour responsable, comme les bombes à hydrogène ou la pollution. La publicité nous annonce souvent que tel ou tel produit a été montré scientifiquement plus blanc, plus puissant, plus attirant sexuellement ou plus attractif pour une raison ou une autre que ses concurrents. Les auteurs de ces messages entendent signifier par là que leur discours est particulièrement bien fondé et éventuellement qu'il ne saurait être remis en question. Dans la même veine, une publicité vantant les mérites de la Science chrétienne, publiée dans un journal récent, nous faisait savoir que « la science nous

dit que l'on a prouvé que la Bible chrétienne est vraie », et insiste sur le fait que « les scientifiques eux-mêmes y croient aujourd'hui ». Il s'agit ici d'un appel direct à l'autorité de la science et des scientifiques. La question que nous sommes en droit de nous poser est de savoir « sur quels fondements une telle autorité est basée ».

La haute considération pour la science ne se restreint pas à la vie de tous les jours et aux médias. Elle est manifeste dans le monde universitaire et de la recherche et dans toutes les branches de l'industrie de la connaissance. De nombreux domaines d'étude sont qualifiés de science par leurs partisans, qui tentent par là de signifier que les méthodes utilisées ont des bases aussi solides et sont porteuses de développement autant qu'une science traditionnelle comme la physique. Les sciences politiques et les sciences sociales sont ainsi devenues banales. Les marxistes s'acharnent à faire du matérialisme historique une science. Les universités américaines ont — ou avaient jusqu'à une période récente — dans leurs cursus des enseignements de science bibliographique, de science administrative, de science du discours, de science de la forêt, de science de la laiterie, de science de la viande et des animaux et même de science mortuaire¹. Des « scientifiques » autoproclamés de ces disciplines se réclament de la méthode *empirique* de la physique, qui pour eux consiste d'abord à recueillir des « faits » par de soigneuses observations et expériences, puis à en tirer des lois et des théories par une procédure logique. Un collègue du département d'histoire, apparemment imprégné de cette sorte d'empirisme, me disait que nous ne sommes pas capables actuellement d'écrire l'histoire de l'Australie parce que nous ne disposons pas d'un nombre

1. Cette liste est extraite d'une étude de C. TRUSEDELL citée par J.R. RAVETZ, *Scientific Knowledge and Its Social Problems*, Oxford University Press, Oxford, 1971.

suffisamment élevé de faits. Une façade du bâtiment de sciences sociales de l'université de Chicago porte l'inscription : « Sans la possibilité de mesurer, le savoir n'est qu'une peau de chagrin². » Sans doute, beaucoup de ses occupants, emprisonnés dans leurs laboratoires modernes, examinent le monde à travers les barreaux des nombres entiers, sans se rendre compte que la méthode qu'ils tentent de suivre n'est pas seulement stérile et improductive mais, pis, qu'elle n'est pas celle à laquelle la physique doit son succès.

Cette vision trompeuse de la science sera discutée et anéantie dans les premiers chapitres de ce livre. Même si quelques scientifiques et de nombreux pseudo-scientifiques ont fait allégeance à cette méthode, aucun philosophe des sciences contemporain ne peut ignorer au moins quelques-unes de ses faiblesses. Les développements modernes en philosophie des sciences ont mis le doigt sur les profondes difficultés soulevées par les idées que la science repose sur une base sûre acquise par l'observation et l'expérience, et qu'il existe une procédure d'inférence qui nous permet en toute sécurité d'en tirer des théories scientifiques. Or il n'existe pas la moindre méthode permettant de prouver que les théories scientifiques sont vraies ou même probablement vraies. Plus loin dans le livre, je montrerai que les tentatives faites pour reconstruire logiquement, d'une façon simple et directe, la « méthode scientifique » soulève des difficultés supplémentaires quand on prend conscience qu'il n'existe pas non plus de méthode permettant de prouver que les théories scientifiques ne marchent pas.

Certains des arguments à l'appui de la thèse que les théories scientifiques ne peuvent être ni prouvées ni

2. T.S. KUHN, « The Function of Measurement in Modern Physical science », *Isis*, 52 (1961), pp. 161-193. L'inscription est citée p. 161.

infirmées reposent dans une large mesure sur des considérations philosophiques et logiques. D'autres sont fondés sur une analyse détaillée de la science passée et des théories scientifiques modernes. Les développements modernes sur les théories de la méthode scientifique se caractérisent par une attention croissante portée à l'histoire des sciences. Cette évolution a une conséquence embarrassante pour nombre de philosophes des sciences : ce que l'on a l'habitude de considérer comme des avancées majeures dans l'histoire des sciences, par exemple les découvertes de Galilée, de Newton, de Darwin ou d'Einstein, n'ont en effet pas eu lieu selon les schémas généralement décrits par les philosophes.

On peut réagir à cette prise de conscience que les théories scientifiques ne peuvent être prouvées ni infirmées de façon concluante et que les reconstructions des philosophes n'ont que peu à voir avec ce qui se passe effectivement dans la science, en abandonnant du même coup l'idée que la science est une activité rationnelle qui fonctionne en suivant une ou des méthodes particulières. C'est une réaction du même type qui a récemment entraîné le bouillant philosophe Paul Feyerabend à écrire un livre portant le titre *Contre la méthode: Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*³ et un article intitulé « Philosophie des sciences: Un sujet au passé prestigieux⁴ ». Selon le point de vue le plus extrême qui ressort des écrits récents de Feyerabend, la science ne possède aucune caractéristique intrinsèque qui la rendrait supérieure aux autres branches du savoir, comme les mythes

3. Paul K. FEYERABEND, *Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979.

4. Paul K. FEYERABEND, « Philosophy of science: A Subject with a Great Past », *Philosophical Perspectives in Science, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 5, Roger Stuewer éd., University of Minnesota Press, Minneapolis, 1970, pp. 172-183.

antiques ou le vaudou. Dans cette optique, la haute considération pour la science est la religion moderne, elle joue un rôle semblable au christianisme primitif en Europe. Le choix entre des théories se réduit à des choix déterminés par les valeurs subjectives et les souhaits des individus. Je m'oppose à ce type d'explication de la faillite des théories traditionnelles développé par Feyerabend dans ce livre. Je tenterai de faire prévaloir une conception de la physique qui n'est ni subjectiviste ni individualiste, qui intègre de nombreux éléments de la critique de la méthode de Feyerabend, tout en échappant à cette même critique.

La philosophie des sciences a une histoire. Francis Bacon fut l'un des premiers à tenter de formuler ce qu'est la méthode de la science moderne. Au début du XVII^e siècle, il affirma que la science vise à l'amélioration du sort de l'homme sur la terre, but qui pouvait être atteint en réunissant des faits par une observation méthodique d'où découlent des théories. Depuis lors, la théorie de Bacon a été modifiée et améliorée par les uns, combattue d'une façon assez radicale par d'autres. Une description historique et une explication des développements de la philosophie des sciences présente un grand intérêt. Par exemple, il serait très intéressant de mener des recherches pour expliquer la montée du *positivisme logique*, qui naquit à Vienne dans les premières décennies de ce siècle, devint très populaire et continue à jouir aujourd'hui d'une influence considérable. Le positivisme logique représentait une forme extrême de l'empirisme, selon lequel la justification des théories n'est pas liée seulement à leur vérification sur des faits acquis par l'observation, mais au fait qu'elles n'ont de *sens* que si c'est de là qu'elles tirent leur origine. Le succès du positivisme présente, à mon avis, deux aspects énigmatiques. Le premier est lié à l'avènement de la physique quantique et

de la théorie de la relativité, car les avancées spectaculaires que la physique connut à cette époque eurent lieu d'une façon difficilement conciliable avec le positivisme. Le second est le fait que la publication, dès 1934, de deux livres combattant le positivisme de manière tout à fait convaincante, dus à Karl Popper à Vienne et à Gaston Bachelard en France, ne fit pas refluer la marée du positivisme. En fait, ces ouvrages de Popper et de Bachelard passèrent quasiment inaperçus et ne reçurent qu'à une époque récente l'attention qu'ils méritaient. Paradoxalement, à l'époque où A.J. Ayer introduisit le positivisme logique en Angleterre avec son livre *Langage, Vérité et Logique* qui en fit l'un des philosophes anglais les plus célèbres, il prêchait une doctrine dont de nombreuses faiblesses avaient déjà été formulées et publiées par Popper et Bachelard⁵.

La philosophie des sciences a beaucoup progressé dans les dernières décennies. Cependant, ce livre n'a pas pour but de contribuer à une histoire de la philosophie des sciences. Son but est d'en exposer les développements les plus récents de manière aussi claire et aussi simple que possible et de proposer quelques améliorations. Dans la première partie du livre, je décris deux conceptions de la science simples mais inadéquates, auxquelles je me réfère sous les noms d'inductivisme et de falsificationisme. Si ces deux conceptions ont beaucoup à voir avec celles défendues dans le passé et dont certains se réclament encore aujourd'hui, elles ne sont pas présentées ici dans

5. A.J. AYER, *Langage, Vérité et Logique*, trad. J. Ohana, Flammarion, Paris, 1956. Je dois ce point à Bryan MAGEE, «Karl Popper The World's Greatest Philosopher?», *Current Affairs Bulletin*, 50, n°8 (1974), pp. 14-23. Le livre de K.R. POPPER, *La Logique de la découverte scientifique* (trad. Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Payot, 1973 et 1984), a été publié pour la première fois en allemand en 1934. L'ouvrage de Gaston BACHELARD dont il est question dans le texte est *Le Nouvel Esprit scientifique*, Presses Universitaires de France, Paris, 1934.

une perspective historique. Mon intention est d'abord pédagogique. En comprenant ces positions extrêmes et leurs faiblesses, présentées sous une forme caricaturale, le lecteur sera mieux armé pour comprendre ce qui a motivé la formulation des théories modernes, pour en apprécier les points forts et les points faibles. L'inductivisme est présenté au chapitre 1 puis sévèrement critiqué aux chapitres 2 et 3. Les chapitres 4 et 5 sont consacrés au falsificationisme, qui s'est voulu un progrès sur l'inductivisme, jusqu'à ce que ses propres limitations apparaissent, exposées au chapitre 6. Le chapitre 7 traite du falsificationisme sophistiqué d'Imre Lakatos, et le chapitre suivant de Thomas Kuhn et ses paradigmes tous azimuts. Le relativisme, l'idée que la valeur des théories doit être jugée par rapport aux valeurs des individus ou des groupes qui les utilisent, est à la mode. Le chapitre 9 aborde cette question et j'y montrerai en quoi Kuhn peut être considéré comme l'un de ses avocats et Lakatos comme l'un de ses détracteurs. Dans le chapitre suivant, j'esquisserai ce que j'appelle l'objectivisme, conception du savoir qui s'oppose d'une certaine manière au relativisme. L'objectivisme ôte aux individus et à leurs jugements une position dominante dans l'analyse du savoir. De ce point de vue, il est possible de proposer une conception du changement de théorie non relativiste pour de nombreux aspects, et qui, néanmoins, est à l'abri de la critique adressée aux conceptions traditionnelles du changement de théorie par des relativistes comme Feyerabend. Au chapitre 11 je présenterai ma propre vision du changement de théorie en physique. Le décor sera alors planté pour tenter, au chapitre 12, d'aborder le procès de Feyerabend contre la méthode et l'usage qu'il en fait. Les deux derniers chapitres sont plus difficiles. Ils traitent de la question de savoir jusqu'où l'on peut analyser nos théories comme la recherche de descriptions « vraies » de

ce à quoi ressemble « réellement » le monde. Dans les dernières sections je m'autorise un sermon politique sur ce que j'ai voulu mettre en relief dans ce livre.

Si la théorie de la science qui peut être extraite de la dernière portion de ce livre vise à améliorer tout ce qui a précédé, elle ne va certes pas sans poser de problèmes. On peut dire que ce livre procède selon le vieil adage : « Nous partons d'un certain degré de confusion pour aboutir à un autre degré de confusion qui se situe à un niveau plus élevé. »

1

L'INDUCTIVISME : LA SCIENCE, SAVOIR ISSU DES FAITS DE L'EXPÉRIENCE

1. Un point de vue communément admis sur la science

Le savoir scientifique est un savoir qui a fait ses preuves. Les théories scientifiques sont tirées de façon rigoureuse des faits livrés par l'observation et l'expérience. Il n'y a pas de place dans la science pour les opinions personnelles, goûts et spéculations de l'imagination. La science est objective. On peut se fier au savoir scientifique parce que c'est un savoir objectivement prouvé.

Ce type d'énoncés résume, je pense, le point de vue commun sur ce que l'on considère aujourd'hui comme la science. Cette conception remonte à la Révolution scientifique du xvii^e siècle, œuvre de ces grands pionniers que furent Galilée et Newton. Le philosophe Francis Bacon et ses contemporains ont dépeint avec justesse l'attitude de leur temps face à la science lorsqu'ils écrivaient que, pour comprendre la Nature, il faut

consulter la Nature elle-même et non les écrits d'Aristote. Les progressistes du xvii^e siècle considéraient que les philosophes de la Nature du Moyen Age se trompaient en faisant des écrits de l'Antiquité, ceux d'Aristote surtout, mais aussi de la Bible, les sources de leur savoir scientifique. Aiguillonnés par les succès des « grands expérimentateurs » comme Galilée, ils en vinrent de plus en plus à voir en l'expérience la source de la connaissance. C'est seulement après les réussites spectaculaires de la science expérimentale que ce point de vue fut affiné. « La science est une construction bâtie sur des faits », écrit J.J. Davies dans son livre *On the Scientific Method*¹. Et H.D. Anthony qualifie ainsi l'œuvre de Galilée :

Ce ne furent pas tant les observations et les expériences faites par Galilée qui provoquèrent la rupture avec la tradition que *l'attitude* qu'il adopta à leur égard. Car les faits qui s'y fondaient étaient traités en tant que tels, sans qu'il fût besoin de les rattacher à quelque idée préconçue... Certes les faits d'observation peuvent ou non s'intégrer à un schéma reconnu de l'univers, mais l'essentiel, pour Galilée, était d'accepter les faits et de construire la théorie en accord avec eux².

On peut considérer le point de vue *inductiviste naïf* sur la science, que je vais décrire dans les sections suivantes, comme une tentative de formaliser cette image couramment admise de la science. Je l'appelle *inductiviste* parce qu'il se base sur un raisonnement inductif, ainsi que je l'expliquerai brièvement. Dans les chapitres suivants, je montrerai que ce point de vue sur la science, ainsi que l'image qui lui correspond, sont tout à fait trompeurs et peuvent même conduire à des conclusions dangereusement

1. J.J. DAVIES, *On the Scientific Method*, Longman, Londres, 1968, p. 8.

2. H.D. ANTHONY, *Science and its Background*, Macmillan, Londres, 1948, p. 145.

erronées. J'espère ainsi montrer que l'adjectif « naïf » est approprié pour qualifier de nombreux inductivistes.

2. *L'inductivisme naïf*

Selon l'inductiviste naïf, la science commence par l'observation. L'observateur scientifique doit posséder des organes des sens normaux, en bon état, il doit rendre compte fidèlement de ce qu'il voit, entend, etc., en accord avec la situation qu'il observe, et doit être dénué de tout préjugé. Les énoncés sur l'état du monde, ou sur une quelconque de ses parties, doivent être justifiés ou établis comme vrais de façon directe par l'utilisation des sens d'un observateur sans préjugés. Les énoncés ainsi produits (que je nommerai énoncés d'observation) formeront la base sur laquelle prennent naissance les lois et théories qui constituent le savoir scientifique.

Le 1^{er} janvier 1975, à minuit, Mars était visible dans le ciel en telle position.

Ce bâton, partiellement immergé dans l'eau, paraît courbé.

M. Smith a battu sa femme.

Le papier de tournesol vire au rouge quand il est plongé dans ce liquide.

La vérité de tels énoncés peut être établie par une observation attentive. Tout observateur peut établir ou vérifier leur vérité par le recours direct à ses sens. Les observateurs peuvent voir par eux-mêmes.

Les énoncés de ce type entrent dans la catégorie de ce

que l'on appelle les *énoncés singuliers*. A la différence d'une autre catégorie d'énoncés que nous allons bientôt rencontrer, ils se réfèrent à un événement ou à un état des choses observable en un lieu et à un moment donnés. Le premier énoncé fait référence à une apparition particulière de Mars en une position particulière dans le ciel à un moment particulier, le second à une observation particulière d'un bâton particulier, etc. Il est clair que de tels énoncés d'observation seront des énoncés singuliers. Ils résultent de la façon dont l'observateur fait usage de ses sens en un lieu et à un instant donnés.

Les exemples suivants peuvent prétendre appartenir à la science.

A l'astronomie : Les planètes tournent selon des ellipses autour de leur Soleil.

A la physique : Quand un rayon de lumière passe d'un milieu à un autre, il change de direction de sorte que le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction est une constante caractéristique des deux milieux.

A la psychologie : Les animaux éprouvent généralement le besoin inhérent d'extérioriser leur agressivité.

A la chimie : L'acide fait virer le papier de tournesol au rouge.

Ces énoncés généraux contiennent des affirmations concernant les propriétés ou le comportement d'un aspect de l'univers. A la différence des énoncés singuliers, ils portent sur *la totalité* des événements d'un type particulier, en tous lieux et en tous temps. Toutes les planètes, où

qu'elles soient, tournent toujours autour de leur Soleil suivant une orbite elliptique. Chaque fois que la réfraction se manifeste, elle le fait suivant la loi énoncée plus haut. Les lois et théories qui constituent le savoir scientifique font toutes des affirmations générales de ce type, que l'on appelle *énoncés universels*.

Une nouvelle question surgit alors. La science étant basée sur l'expérience, par quels procédés passe-t-on des énoncés singuliers résultant de l'observation aux énoncés universels constitutifs du savoir scientifique? Comment justifier ces affirmations d'une portée très générale, sans limites, qui forment nos théories, en se basant sur une preuve limitée, faite d'un nombre limité d'énoncés d'observations?

La réponse inductiviste offre cette possibilité en légitimant, sous certaines conditions, la *généralisation* d'une série finie d'énoncés d'observation singuliers en une loi universelle. Par exemple, la série finie d'énoncés d'observation que le papier de tournesol vire au rouge lorsqu'il est plongé dans l'acide peut légitimement être généralisée en la loi universelle: « L'acide fait virer au rouge le papier de tournesol »; on peut également tirer la loi suivante à partir d'observations de métaux chauffés: « Les métaux se dilatent lorsqu'ils sont chauffés. » Les conditions à satisfaire pour que de telles généralisations puissent être considérées comme légitimes par l'inductiviste sont donc les suivantes:

1. Le nombre d'énoncés d'observation formant la base de la généralisation doit être élevé.
2. Les observations doivent être répétées dans une grande variété de conditions.

3. Aucun énoncé d'observation accepté ne doit entrer en conflit avec la loi universelle qui en est dérivée.

On considère la condition (1) comme nécessaire parce qu'il est clair que l'on ne saurait légitimement conclure à la dilatation de tous les métaux chauffés sur la base d'une seule observation d'une barre de métal qui se dilate, de même que l'on ne saurait conclure que tous les Australiens sont alcooliques si l'on observe un individu de cette nationalité sujet à cette dépendance. Un grand nombre d'observations est nécessaire avant de pouvoir justifier quelque généralisation. L'inductiviste insiste pour que nous ne nous hâtions pas de formuler les conclusions.

L'un des moyens d'augmenter le nombre des observations dans les exemples mentionnés serait de chauffer une barre de métal unique à de nombreuses reprises, ou d'observer en permanence un Australien particulier se soûlant toutes les nuits et peut-être tous les matins. Il est clair qu'une liste d'énoncés d'observation acquise de cette manière formerait une base très peu satisfaisante pour les généralisations respectives. C'est pourquoi la condition (2) est nécessaire. « Tous les métaux se dilatent lorsqu'ils sont chauffés » ne pourra être une généralisation légitime que si les observations de la dilatation sur lesquelles elle est basée couvrent un grand nombre de conditions différentes. Il faut chauffer des métaux différents, des barres de fer longues et courtes, des barres d'argent, de cuivre,..., à hautes et basses pressions, hautes et basses températures, etc. Si, dans tous ces cas, tous les échantillons de métal se dilatent, alors et seulement alors il sera légitime de généraliser à partir de la liste des énoncés d'observation pour en tirer une loi générale. En outre, il est évident que si l'on observe qu'un échantillon particulier de métal ne se dilate pas quand on le chauffe, alors la généralisation

universelle n'est plus justifiée. La condition (3) est essentielle.

Ce type de raisonnement qui, à partir d'une série finie d'énoncés singuliers, aboutit à légitimer un énoncé universel, qui fait passer du particulier au général, est appelé raisonnement *inductif*, le processus lui-même étant l'*induction*. La position inductiviste naïve tient dans l'affirmation que la science se base sur le *principe de l'induction*, qui s'exprime de la manière suivante :

Si un grand nombre de A ont été observés dans des circonstances très variées, et si l'on observe que tous les A sans exception possèdent la propriété B, alors tous les A ont la propriété B.

Selon l'inductiviste naïf, donc, le corps du savoir scientifique se construit par induction à partir de ces fondements sûrs que constituent les données d'observation. Plus les faits établis par l'observation et l'expérience s'accumulent et plus ils deviennent sophistiqués et spécialisés au fur et à mesure que nos observations et nos expériences s'améliorent, plus grands sont le degré de généralité et le domaine d'application des théories qu'un raisonnement inductif bien mené permet de construire. La science progresse de manière continue, elle va de l'avant et se surpasse continuellement, prenant appui sur un corpus de données d'observation toujours plus grand.

Cette analyse ne constitue pour l'instant qu'une vision partielle de la science. Car il est certain que l'une des caractéristiques majeures de la science est sa capacité à *expliquer* et à *prédire*. C'est le savoir scientifique qui permet à un astronome de prédire quand aura lieu la prochaine éclipse de Soleil ou au physicien d'expliquer pourquoi le point d'ébullition de l'eau est plus bas à haute altitude. La figure 1 résume sous forme schématique ce

que serait une histoire complètement inductiviste de la science. La partie gauche qui décrit que les lois et théories scientifiques sont tirées de l'observation a été abordée. Avant d'en traiter la partie droite, nous dirons un mot du caractère logique et déductif du raisonnement.

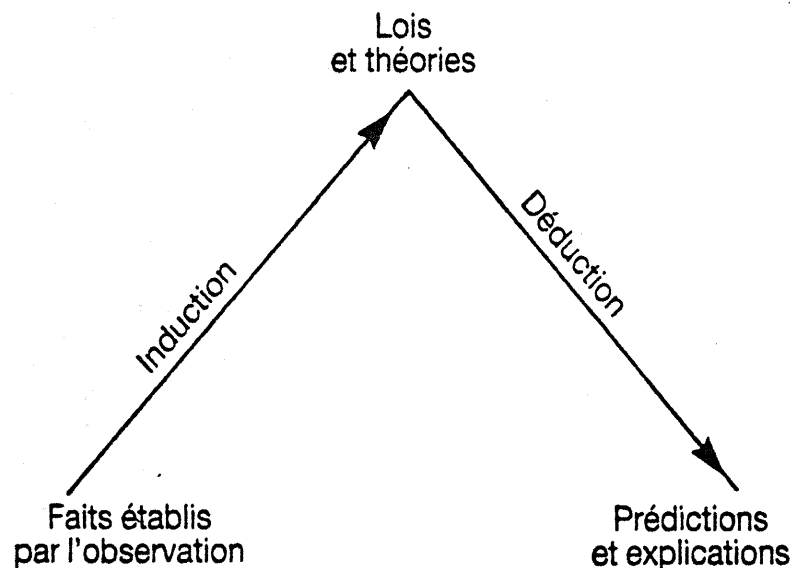


Fig. 1

3. Le raisonnement logique et déductif

Une fois en possession de lois et de théories universelles, un scientifique pourra en tirer diverses conséquences qui seront les explications et les prédictions. Par exemple, en partant du fait que les métaux se dilatent lorsqu'ils sont chauffés, on en conclura que des rails de chemins de fer continus, non disjoints par de petits intervalles, se tordront

par temps chaud. Ce type de raisonnement est appelé *déductif*. La déduction diffère de l'induction présentée auparavant.

L'étude du raisonnement déductif constitue l'objet de la logique³. On ne tentera pas ici d'en faire une présentation exhaustive, mais on se contentera d'en illustrer certaines caractéristiques importantes concernant notre analyse de la science par des exemples triviaux.

Voici un exemple de déduction logique.

Exemple 1

1. Tous les livres traitant de philosophie sont ennuyeux.
2. Ce livre traite de philosophie.
3. Ce livre est ennuyeux.

Dans ce raisonnement, (1) et (2) sont les prémisses et (3) la conclusion. Je considère comme une évidence que, puisque (1) et (2) sont vrais, (3) doit être vrai. Il n'est pas possible que (3) soit faux une fois que l'on se donne (1) et (2) pour vrais. Si (1) et (2) étaient vrais et (3) faux, il y aurait contradiction. Une déduction *logiquement valide* se caractérise par le fait que, *si* les prémisses sont vraies, alors la conclusion doit nécessairement être vraie.

Une légère modification de l'exemple ci-dessus nous donnera un exemple d'une déduction qui n'est pas valide.

Exemple 2

1. De nombreux livres traitant de philosophie sont ennuyeux.
3. On considère parfois la logique comme incluant l'étude du raisonnement inductif, de sorte qu'il existerait une logique inductive à côté d'une logique déductive. Dans ce livre, la logique est entendue au sens du raisonnement déductif exclusivement.

2. Ce livre traite de philosophie.

3. Ce livre est ennuyeux.

Dans cet exemple, (3) ne découle pas nécessairement de (1) et (2). Il est possible que (1) et (2) soient vrais, mais que (3) soit faux. Même si (1) et (2) sont vrais, alors ce livre peut s'avérer faire partie de la minorité de livres traitant de philosophie qui ne sont pas ennuyeux. Affirmer que (1) et (2) sont vrais et que (3) est faux ne contient pas de contradiction. L'argument ne tient pas.

Si le lecteur s'ennuie, cela rejaillit sur la vérité des énoncés (1) et (3), dans les exemples 1 et 2. Mais je me dois d'insister sur le fait que la logique et la déduction à elles seules ne peuvent établir la vérité d'énoncés factuels du type de ceux pris dans ces exemples. L'apport de la logique se limite à assurer que, *si* les prémisses sont vraies, *alors* la conclusion doit être vraie. Mais la logique ne permet pas de savoir si oui ou non les prémisses sont vraies. Un raisonnement peut être une déduction logique parfaite même s'il comprend une prémisse qui est fausse. En voici un exemple.

Exemple 3

1. Tous les chats ont cinq pattes.

2. Gromatou est mon chat.

3. Gromatou a cinq pattes.

Cela est une déduction parfaitement valide. Car si (1) et (2) sont vraies, alors (3) doit être vraie. Or, dans cet exemple, (1) et (3) sont fausses. Mais cela n'affecte pas le statut du raisonnement qui reste une déduction valide. La logique déductive n'agit donc pas comme source unique des énoncés vrais sur le monde. La déduction ne permet

que de dériver des énoncés à partir d'autres énoncés donnés.

4. La prédiction et l'explication dans l'inductivisme

Nous avons maintenant les éléments pour comprendre de façon simple comment les lois et théories fonctionnent en tant que dispositifs prédictifs et explicatifs dans la science. Une fois encore, je commencerai par un exemple trivial pour l'illustrer. Considérons l'argument suivant :

1. De l'eau à peu près pure gèle à environ 0°C (si on lui en laisse le temps).
2. Le radiateur de ma voiture contient de l'eau à peu près pure.
3. Si la température tombe en dessous de 0°C, l'eau du radiateur de ma voiture va geler (si on lui en laisse le temps).

Il s'agit ici d'un exemple d'argument logique valide permettant de déduire la prédiction (3) de la connaissance scientifique contenue dans la prémisse (1). Si (1) et (2) sont vraies, (3) doit être vraie. Cependant, la vérité de (1), (2) et (3) n'est pas établie par cette déduction, ni par toute autre. Pour un inductiviste, la vérité ne vient pas de la logique, mais de l'expérience. De ce point de vue, (1) sera assurée par l'observation directe de l'eau qui gèle. Une fois que (1) et (2) ont été établies par l'observation et l'induction, alors la prédiction (3) peut être *déduite* des deux premières.

Les exemples moins triviaux seront plus complexes mais les rôles joués par l'observation, l'induction et la déduction restent fondamentalement les mêmes. Comme dernier

exemple, je considérerai la vision inductiviste de l'explication physique de l'arc-en-ciel.

L'unique prémisse (1) de l'exemple précédent est remplacée ici par un certain nombre de lois gouvernant le comportement de la lumière, notamment les lois de la réflexion et de la réfraction et des énoncés sur la variation du degré de réfraction en fonction de la couleur. Ces principes généraux sont tirés de l'expérience par induction. On effectue de nombreuses expériences de laboratoire, en faisant réfléchir les rayons lumineux sur des miroirs et des surfaces d'eau, en mesurant les angles d'incidence et de réfraction pour des rayons lumineux passant de l'air à l'eau, de l'eau à l'air, etc. On fait varier notablement les conditions expérimentales, en répétant par exemple les expériences avec de la lumière de différentes couleurs,... jusqu'à ce que les conditions permettant de légitimer la généralisation inductive des lois de l'optique soient satisfaites.

La prémisse (2) de l'exemple précédent sera également remplacée par un jeu plus complexe d'énoncés. On y trouvera que le Soleil se situe dans une position donnée dans le ciel par rapport à un observateur situé sur la Terre, que les gouttes de pluie proviennent d'un nuage lui aussi situé en une position donnée relativement à l'observateur. Les ensembles de tels énoncés, décrivant précisément la configuration à l'étude, sont appelés *conditions initiales*. Les descriptions des dispositifs expérimentaux mis en œuvre sont des exemples typiques de conditions initiales.

C'est en tenant compte des lois de l'optique et des conditions initiales que l'on peut procéder à des déductions qui aboutiront à expliquer la formation d'un arc-en-ciel visible par l'observateur. Ces déductions ne sont plus aussi immédiatement évidentes que celle des exemples précédents et contiennent des développements mathématiques qui s'ajoutent aux arguments verbaux. Le raisonne-

ment est *grosso modo* le suivant : Si nous supposons qu'une goutte de pluie est à peu près sphérique, la trajectoire d'un rayon lumineux à travers une goutte ressemblera à celle dessinée sur la figure 2. Si le rayon de lumière blanche arrive sur la goutte en a , le rayon rouge va parcourir le trajet ab et le rayon bleu ab' . De nouveau, si les lois de la réflexion sont vraies, ab devra se réfléchir sur bc et ab' sur $b'c'$. La réfraction en c et c' se fera encore une fois selon la loi de la réfraction, et un observateur regardant la goutte verra les composantes rouge et bleue de la lumière blanche séparées (ainsi que toutes les autres couleurs du spectre). La même séparation des couleurs sera également visible par notre observateur pour toute autre goutte située dans une région du ciel telle que la droite joignant la goutte de pluie au soleil fasse un angle D avec la droite joignant la goutte à l'observateur. Des considérations géométriques mènent ensuite à la conclusion qu'un arc coloré sera visible par l'observateur à condition que le nuage de pluie soit suffisamment étendu.

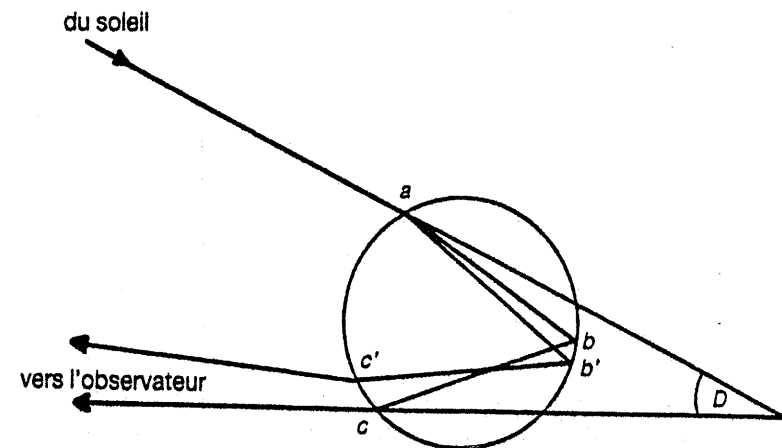


Fig. 2

Je n'ai fait ici qu'esquisser l'explication de l'arc-en-ciel, mais cela devrait suffire à illustrer la forme générale du raisonnement qui est à l'œuvre. Etant donné que les lois de l'optique sont vraies (l'inductiviste naïf le considère comme établi par induction à partir de l'observation) et que les conditions initiales sont décrites de manière précise, il s'ensuit nécessairement l'explication de l'arc-en-ciel. La forme générale de toutes les explications et prédictions scientifiques peut être résumée ainsi :

1. Lois et théories
2. Conditions initiales
3. Prédications et explications

Ce qui correspond à la flèche droite de la figure de la page 28.

La description suivante de la méthode scientifique par un économiste du ^{xx}e siècle se conforme de près à la vision inductiviste naïve de la science que j'ai présentée et indique que ce n'est pas une conception que j'ai inventée exclusivement dans le but de la critiquer.

Essayons d'imaginer un esprit doué d'une puissance et d'une étendue surhumaines, mais dont la logique soit semblable à la nôtre. S'il recourait à la méthode scientifique, sa démarche serait la suivante : en premier lieu, tous les faits seraient observés et enregistrés, *sans sélection*, ni évaluation *a priori* de leur importance relative. En second lieu, les faits observés et enregistrés seraient analysés, comparés et classés, sans *hypothèses ni postulats* autres que ceux qu'implique nécessairement la logique de la pensée. En troisième lieu, de cette analyse des faits, seraient tirés par induction des énoncés généraux affirmant des relations de classification ou de causalité entre ces faits. Quatrièmement, les recherches ultérieures seraient déductives tout autant qu'inductives, et

utiliseraient les inférences tirées d'énoncés généraux antérieurement établies⁴.

5. L'attrait de l'inductivisme naïf

La vision inductiviste naïve de la science a quelques mérites apparents. Elle semble attrayante parce qu'elle formalise certaines des impressions communément partagées concernant le caractère de la science, sa puissance explicative et prédictive, son objectivité et le crédit plus fort qu'on peut lui accorder en comparaison avec d'autres formes de savoir.

Nous avons déjà vu comment l'inductiviste naïf rend compte du pouvoir explicatif et prédictif de la science.

L'objectivité de la science inductiviste provient de ce que l'observation et le raisonnement inductif sont eux-mêmes objectifs. Les énoncés d'observation peuvent être certifiés par n'importe quel observateur faisant un usage normal de ses sens. La dimension personnelle, subjective, n'y a pas sa place. La validité des énoncés d'observation correctement obtenus ne dépendra ni du goût, ni de l'opinion, des espoirs ou des attentes de l'observateur. Il en va de même pour le raisonnement inductif qui produit le savoir scientifique à partir des énoncés d'observation. Soit les inductions satisfont aux conditions requises, soit elles ne le font pas. Ce n'est pas une question subjective d'opinion.

La confiance qu'on accorde à la science provient de ce que dit l'inductivisme de l'observation et de l'induction. Les énoncés d'observation qui forment la base de la

4. Ce passage de A.B. WOLFE (« Functional Economics », in *The Trend of Economics*, R.G. Tugwell éd., Alfred Knopf, New York, 1924) est cité par Carl G. HEMPEL, dans *Éléments d'épistémologie*, trad. B. Saint-Sernin, Armand Colin, Paris, 1972, pp. 16-17. Les passages en italique le sont dans le texte original.

science sont sûrs et dignes de foi parce que leur vérité peut être assurée par le recours direct aux sens. De plus, la confiance dans les énoncés d'observation se transmet aux lois et aux théories qui en sont tirées, du moment que les conditions pour procéder à des inductions légitimes sont satisfaites. C'est ce que garantit le principe de l'induction qui forme la base de la science selon l'inductiviste naïf.

J'ai déjà dit que je considère la vision inductiviste naïve comme tout à fait fausse et dangereusement trompeuse. Dans les deux chapitres suivants, j'en expliquerai la raison. Mais je dois préciser que la position que j'ai décrite est une forme tout à fait extrême de l'inductivisme. Beaucoup d'inductivistes bien plus raffinés ne se reconnaîtront pas dans certaines des caractéristiques de l'inductivisme naïf que j'ai présentées. Néanmoins tous les inductivistes s'accorderont pour justifier les théories scientifiques, pour autant que cela soit possible, en prenant appui inductivement sur la base plus ou moins sûre donnée par l'expérience. Les chapitres suivants de ce livre nous fourniront une quantité de raisons pour douter de cette prétention.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

L'inductivisme naïf que j'ai décrit est trop naïf pour être traité avec sympathie par les philosophes. L'un des essais classiques les plus sophistiqués de systématisation du raisonnement inductif est le livre de John Stuart Mill, Système de logique inductive et déductive, trad. L. Peisse, Félix Alcan, Paris, 1896. Un aperçu excellent et simple de points de vue plus modernes est donné par Wesley C. Salmon, dans The Foundations of Scientific Inference (Pittsburgh University Press, Pittsburgh, 1975). A.J. Ayer décrit très clairement l'intérêt que portent les philosophes inductivistes aux

bases empiriques de la connaissance dont l'origine est la perception des sens, dans le livre The Foundations of Empirical Knowledge (Macmillan, Londres, 1955). C.W. Mundle décrit simplement et avec justesse les points de vue traditionnels sur la perception sensorielle dans Perception: Facts and Theories (Oxford University Press, Oxford, 1971). Pour un aperçu de ce cru spécial d'inductivisme auquel on se réfère sous le nom de positivisme logique, je suggère deux anthologies, A.J. Ayer, Logical Positivism (Free Press, Glencoe, 1959), et P.A. Schilpp, The Philosophy of Rudolf Carnap (Open Court, La Salle, Illinois, 1963). On voit très clairement à quel point le programme inductiviste devient un programme hautement technique dans R. Carnap, Logical Foundations of Probability (University of Chicago Press, Chicago, 1962).

LE PROBLÈME DE L'INDUCTION

1. *Peut-on justifier le principe de l'induction ?*

Selon l'inductiviste naïf, l'observation est le point de départ de la science, elle assure des bases solides aux fondements de la connaissance scientifique, elle-même tirée des énoncés d'observation par induction. La conception inductiviste de la science sera critiquée dans ce chapitre en mettant en doute la troisième de ces propositions, c'est-à-dire en interrogeant la validité et la possibilité de justifier le principe de l'induction. C'est au chapitre suivant que les deux premières propositions seront abordées pour être réfutées.

Voici quelle est mon interprétation du principe de l'induction : « Si l'on observe de nombreux A dans des circonstances variées, et si l'on constate que tous ceux qui ont été observés sans exception possèdent la propriété B, alors tous les A doivent posséder la propriété B. » Ce principe, exprimé en ces termes ou d'une autre façon très semblable, est le principe fondateur de la science, selon l'inductiviste naïf. La question se pose immédiatement alors de savoir « comment justifier le principe de

l'induction ». Car, si l'observation nous fournit comme point de départ des énoncés d'observation que nous tenons pour assurés (hypothèse que nous ne remettons pas en question dans l'intérêt de l'argumentation dans ce chapitre), par quel cheminement le raisonnement *inductif* conduit-il à une connaissance scientifique digne de foi et, éventuellement, vraie ? L'inductiviste dispose de deux types d'approche pour tenter de répondre à cette question. L'une consiste à faire appel à la logique, recours que nous lui accordons généreusement, l'autre à l'expérience, recours constituant la base de toute son approche de la science. Examinons successivement ces deux approches.

Les arguments logiques valides sont caractérisés par le fait que, si leur prémisse est vraie, alors la conclusion est forcément vraie. Les arguments déductifs possèdent cette caractéristique. Le principe de l'induction serait justifié si les arguments inductifs la possédaient aussi. Mais ce n'est pas le cas. Les arguments inductifs ne sont pas des arguments logiquement valides. Le fait que les prémisses d'une inférence inductive sont vraies n'implique pas que la conclusion l'est. La conclusion d'un argument inductif peut être fausse et ses prémisses vraies sans qu'il y ait pour autant contradiction. Supposons, par exemple, que j'aie observé un grand nombre de corbeaux dans des circonstances fort variées ; ayant constaté que tous ceux observés jusqu'à ce jour étaient noirs, j'en conclus : « tous les corbeaux sont noirs ». C'est une inférence inductive parfaitement légitime. Les prémisses de l'inférence sont constituées par de nombreux énoncés comme celui-ci : « Le corbeau x a été observé noir à un instant t » et nous les considérons tous comme vrais. Mais la logique n'offre aucune garantie que le prochain corbeau que j'observerai ne sera pas rose. Si cela se produisait, l'assertion « tous les corbeaux sont noirs » deviendrait fausse. Autrement

dit, l'inférence inductive initiale, légitime tant qu'elle satisfaisait le critère spécifié par le principe de l'induction, conduirait à une conclusion fausse, bien que toutes les prémisses de l'inférence fussent vraies. Il n'y a aucune contradiction logique dans le fait d'affirmer qu'il est prouvé que tous les corbeaux observés sont noirs et que tous les corbeaux ne sont pas noirs. L'induction ne peut être justifiée purement sur des bases logiques.

Illustration plus intéressante, bien que cruelle, brodée à partir de la dinde inductiviste de Bertrand Russell : dès le matin de son arrivée dans la ferme pour dindes, une dinde s'aperçut qu'on la nourrissait à 9 heures du matin. Toutefois, en bonne inductiviste, elle ne s'empressa pas d'en conclure quoi que ce soit. Elle attendit d'avoir observé de nombreuses fois qu'elle était nourrie à 9 heures du matin, et elle recueillit ces observations dans des circonstances fort différentes, les mercredis et jeudis, les jours chauds et les jours froids, les jours de pluie et les jours sans pluie. Chaque jour, elle ajoutait un autre énoncé d'observation à sa liste. Sa conscience inductiviste fut enfin satisfaite et elle recourut à une inférence inductive pour conclure : « Je suis toujours nourrie à 9 heures du matin. » Hélas, cette conclusion se révéla fausse d'une manière indubitable quand, une veille de Noël, au lieu de la nourrir, on lui trancha le cou. Une inférence inductive avec des prémisses vraies peut conduire à une conclusion fausse.

On ne peut justifier le principe de l'induction en ayant recours à la seule logique. Si on tient ce résultat pour acquis, il semble que l'inductiviste, de son propre point de vue, soit désormais obligé d'indiquer comment tirer le principe de l'induction de l'expérience. Comment s'y prendrait-il ? On suppose qu'il procéderait d'une façon semblable à celle-ci : On a observé que l'induction fonctionne dans un grand nombre de cas. Par exemple,

les lois de l'optique, tirées par induction des résultats d'expériences de laboratoire, ont été utilisées en maintes occasions pour concevoir des instruments optiques et ces instruments ont donné satisfaction. De la même manière, les lois du mouvement planétaire, tirées des observations des positions des planètes, ont été utilisées avec succès pour prédire l'occurrence des éclipses. Cette liste pourrait être considérablement allongée en y incluant les prédictions et explications réussies grâce à l'énoncé de lois et de théories scientifiques issues de l'induction. Voilà comment se justifie le principe de l'induction.

Cette justification de l'induction est tout à fait inacceptable, comme l'a montré de façon convaincante David Hume, dès le XVIII^e siècle. Il s'agit d'un argument circulaire puisqu'il utilise exactement le même type d'argument inductif que celui qui lui est supposé être nécessaire pour des besoins de justification. La forme de l'argument de justification est la suivante :

Le principe de l'induction a marché dans le cas x_1 .

Le principe de l'induction a marché dans le cas x_2 , etc.

Le principe de l'induction marche à tous les coups.

Un énoncé universel affirmant la validité du principe de l'induction est tiré ici d'un certain nombre d'énoncés singuliers portant sur des applications heureuses de ce principe dans le passé. On ne peut utiliser l'induction pour justifier l'induction. La difficulté soulevée par sa justification a d'ailleurs été traditionnellement appelée le « problème de l'induction ».

Il semble donc que l'inductiviste impénitent soit plongé dans le trouble. La revendication extrême que toute la connaissance soit tirée de l'expérience par induction ruine

le principe de l'induction, fondement de la position inductiviste.

Outre la circularité inhérente aux tentatives de justifier le principe de l'induction, le principe tel que je l'ai posé a d'autres défauts. Ces défauts proviennent du caractère vague et douteux de la revendication qu'un « grand nombre » d'observations sont faites dans des circonstances « fort variées ».

Combien d'observations faut-il accumuler pour en obtenir un grand nombre? Doit-on chauffer une barre métallique dix fois, cent fois,... avant de pouvoir conclure qu'elle se dilate toujours quand on la chauffe? Quelle que soit la réponse à cette question, on peut citer des exemples qui jettent le doute sur cette nécessité invariable d'un grand nombre d'observations. L'un d'eux est la forte opposition publique aux armements nucléaires qui se développa en réaction au largage de la première bombe atomique sur Hiroshima à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Elle était fondée sur la compréhension que les bombes atomiques provoquent la mort et la destruction à grande échelle et font endurer d'horribles souffrances à l'humanité. Et pourtant cette croyance largement répandue n'était basée que sur une seule observation dramatique. De la même façon, ce serait faire preuve d'un inductivisme de mauvais aloi que de plonger sa main plusieurs fois dans le feu avant de conclure que le feu brûle. Dans des cas de ce genre, l'exigence d'un grand nombre d'observations paraît inappropriée. Dans d'autres situations, elle semble plus plausible. Par exemple, c'est à juste titre que nous serions réticents à créditer une diseuse de bonne aventure de pouvoirs surnaturels en nous fondant sur une seule prédiction correcte. Pas plus qu'il ne saurait être justifié de conclure à quelque lien de causalité entre le fait de fumer et le cancer du poumon sur le fait qu'un seul gros fumeur a contracté la maladie.

Ces exemples me semblent montrer clairement que, si l'on devait faire reposer nos raisonnements scientifiques sur le principe de l'induction, alors on ne pourrait qu'émettre les plus grandes réserves sur la clause du « grand nombre ».

L'exigence que les observations soient faites dans une grande variété de circonstances menace encore le point de vue inductiviste naïf, dès qu'on l'examine avec soin. Quels critères doit-on considérer comme des variables significatives dans ces circonstances? Quand on cherche le point d'ébullition de l'eau, par exemple, est-il nécessaire de faire varier la pression, le degré de pureté de l'eau, la méthode de chauffage et l'heure du jour? Oui pour les deux premières suggestions, non pour les deux dernières. Mais sur quoi se fondent ces réponses? La question est importante car la liste des variables peut être étendue indéfiniment: la couleur du récipient, l'identité de l'expérimentateur, la situation géographique, etc. Tant que l'on n'élimine pas de telles variations « superflues », le nombre d'observations nécessaires pour rendre légitime une inférence inductive peut être infiniment grand. Quels sont donc les fondements sur lesquels on juge superflues un grand nombre de variations? J'affirme que la réponse est suffisamment claire. Les variations significatives se distinguent des variations superflues lorsque nous recourons à notre *connaissance théorique de la situation* et des types de mécanismes physiques qui y opèrent. Mais l'admettre revient à admettre que la théorie joue un rôle crucial *préalablement* à l'observation. L'inductiviste naïf ne peut se résoudre à admettre une telle affirmation. Mais je ne poursuivrai pas sur ce terrain, car cela m'amènerait à déflorer les critiques de l'inductivisme que je réserve pour le chapitre suivant. Je me contenterai de pointer ici que la clause des « circonstances fort variées » dans le

principe de l'induction pose de sérieux problèmes à l'inductiviste.

2. *Repli vers la probabilité*

Il est un moyen très simple par lequel on peut affaiblir la position inductiviste naïve extrême critiquée dans la section précédente pour résorber certaines des critiques. Voici quelle en est l'argumentation.

Nous ne pouvons pas être absolument sûrs que le soleil se couchera tous les jours, simplement parce que nous avons observé que le soleil se couchait tous les jours dans les circonstances les plus diverses. (En réalité, dans les régions de l'Arctique et de l'Antarctique, il y a des jours où le soleil ne se couche pas.) Nous ne pouvons pas plus avoir la certitude absolue que la prochaine pierre lâchée ne va pas «tomber» en l'air. Et pourtant, bien que les généralisations obtenues par induction n'aient pas une vérité garantie, elles sont *probablement* vraies. Il est clair en effet qu'il est fort probable que le soleil se couchera toujours sur Sydney, et que les pierres retomberont vers le bas après avoir été lancées. La connaissance scientifique n'est pas une connaissance prouvée, mais elle représente une connaissance qui est probablement vraie. Plus grand est le nombre d'observations menant à une induction et plus variées sont les conditions dans lesquelles ces observations sont faites, plus grande est la probabilité que les généralisations qui en résultent soient vraies.

Si l'on adopte cette version modifiée de l'induction, le principe de l'induction sera remplacé par une version probabiliste de ce type: «Si un grand nombre de A ont été observés dans des conditions fort variées, et si tous

ces A observés sans exception possèdent la propriété B, alors tous les A posséderont probablement la propriété B.» Cette reformulation ne résout pas le problème de l'induction. Le principe reformulé est toujours un énoncé universel. Il implique, sur la base d'un nombre fini de succès, que toutes les applications du principe conduiront à des conclusions générales qui sont probablement vraies. Les tentatives pour justifier la version probabiliste du principe de l'induction par le recours à l'expérience sont forcément entachées du même défaut que les tentatives de justification du principe dans sa forme originelle. La justification emploiera un argument exactement du même type que celui utilisé pour les besoins de la justification elle-même.

Même si l'on parvenait à justifier le principe de l'induction dans sa version probabiliste, notre inductiviste plus prudent se trouverait confronté à de nouveaux problèmes. Ils sont liés aux difficultés rencontrées lorsque l'on essaie de préciser le degré de probabilité d'une loi ou d'une théorie à la lumière d'une preuve donnée. Il peut sembler intuitivement plausible que, plus une loi universelle se renforce de preuves expérimentales, plus grande est la probabilité qu'elle soit vraie. Mais cette intuition ne résiste pas à l'examen. Avec une théorie de la probabilité standard, il est très difficile de construire une description inductiviste qui évite la conséquence d'une valeur nulle de la probabilité pour chaque énoncé universel portant sur le monde, et cela quelles que soient les données d'observation. Pour décrire ce point d'une façon non technique, toute preuve par l'observation consistera en un nombre fini d'énoncés d'observation, là où un énoncé universel prétend rendre compte d'un nombre infini de situations possibles. La probabilité qu'une généralisation universelle soit vraie est donc un nombre fini divisé par un nombre

infini, quotient qui reste nul, aussi élevé soit le nombre d'énoncés d'observation constituant la preuve.

Ce problème, associé aux tentatives d'assigner des probabilités à des lois et des théories scientifiques à la lumière d'une preuve, a donné lieu à un programme de recherche technique très fouillé auquel se sont attelés avec ténacité les inductivistes pendant les dernières décennies. Des langages artificiels ont été construits dans lesquels on peut assigner aux généralisations des probabilités uniques, non nulles, mais ces langages sont si restrictifs qu'ils ne contiennent aucune généralisation universelle. Ils sont très éloignés du langage de la science.

Autre voie tentée pour sauver le programme inductiviste, l'abandon de l'idée d'assigner des probabilités à des lois et des théories scientifiques. Ce qui compte, c'est la probabilité que les prédictions individuelles soient correctes. Selon cette approche, l'objet de la science est, par exemple, d'évaluer la probabilité que le soleil se lèvera demain plutôt que la probabilité qu'il se lèvera toujours. On attend de la science qu'elle soit capable de garantir qu'un pont de telle conception supportera diverses tensions et ne s'écroulera pas, mais pas que tous les ponts ainsi conçus donneront satisfaction. Certains systèmes ont été développés pour permettre d'assigner des probabilités non nulles à des prédictions individuelles. On leur opposera ici deux critiques. *Primo*, la notion que la science a à voir avec la production d'une série de prédictions individuelles plutôt qu'avec la production de *connaissance* sous la forme d'un complexe d'énoncés généraux est, pour utiliser un euphémisme, contre-intuitive. *Secundo*, même en se restreignant aux prédictions individuelles, on peut avancer l'idée que les théories scientifiques, et donc les énoncés universels, jouent forcément un rôle dans l'estimation des chances de succès d'une prédiction. Par exemple, en entendant le mot

« probable » dans un sens intuitif, non technique, nous pouvons affirmer qu'il y a une certaine probabilité qu'un gros fumeur meure d'un cancer du poumon. Et la preuve serait alors fournie par les données statistiques disponibles. Mais la probabilité intuitive augmente de façon significative lorsqu'il existe une théorie plausible et reconnue établissant un lien causal entre le fait de fumer et le cancer du poumon. De façon similaire, la probabilité que le soleil se lèvera demain augmente dès que l'on tient compte des lois connues gouvernant le comportement du système solaire. Mais le fait que la probabilité d'une prédiction exacte dépende de lois universelles ruine le projet inductiviste d'assigner des probabilités non nulles à des prédictions individuelles. Une fois pris en considération les énoncés universels, les probabilités que des prédictions individuelles soient correctes risquent à nouveau d'être nulles.

3. Réponses possibles au problème de l'induction

Confrontés aux problèmes de l'induction et à ceux qui lui sont liés, les inductivistes ont rencontré d'innombrables difficultés dans leur projet de construire la science comme une série d'énoncés établis comme vrais ou probablement vrais à la lumière des données. Chaque manœuvre dans leur action d'arrière-garde les a éloignés encore davantage des notions intuitives de cette entreprise excitante que l'on appelle la science. Leur programme technique a conduit à des avancées intéressantes à l'intérieur de la théorie des probabilités, mais n'a pas produit de nouvelles approches de la nature de la science. Leur programme a dégénéré.

De nombreuses attitudes sont possibles face au

problème de l'induction. L'une d'elles est le scepticisme. Nous pouvons accepter l'idée que la science est basée sur l'induction et être en accord avec Hume lorsqu'il montre que l'induction ne peut être justifiée par la logique ou l'expérience pour en conclure que la science ne peut être justifiée rationnellement. Hume lui-même défendait un point de vue similaire. Il pensait que les croyances dans les lois et les théories ne sont rien d'autre que des habitudes psychologiques acquises à l'issue d'observations répétées.

La seconde attitude consiste à affaiblir l'exigence inductiviste selon laquelle toute la connaissance non logique doit être dérivée de l'expérience. On est amené alors à considérer le principe de l'induction comme raisonnable sur d'autres bases. Cependant, le fait de considérer le principe de l'induction ou quelque autre principe du même type comme «évident» dépend beaucoup trop de notre formation, de nos préjugés et de notre culture pour constituer un guide fiable de ce qui est raisonnable. De nombreuses cultures ont admis, à divers stades de leur histoire, comme une évidence que la Terre était plate. Avant la révolution scientifique lancée par Galilée et Newton, il était évident que le mouvement d'un objet ne s'expliquait que par l'effet d'une force ou de toute autre cause. Il est possible que certains lecteurs, non familiarisés avec la physique, le considèrent toujours comme une évidence, et pourtant c'est bel et bien faux. Donc, pour admettre que le principe de l'induction est un principe raisonnable, il faut proposer une argumentation plus sophistiquée qu'un simple appel à son caractère évident.

Une troisième attitude face au problème de l'induction consiste à nier que la science est basée sur l'induction. On écartera le problème de l'induction si l'on parvient à établir que la science ne contient pas d'induction. Les

falsificationnistes, et notamment Karl Popper, ont tenté de le faire. Nous présenterons leur point de vue de manière plus détaillée aux chapitres 4, 5 et 6.

Dans ce chapitre, j'apparais beaucoup trop comme un philosophe. Dans le chapitre suivant, je présenterai une critique de l'inductivisme plus intéressante, plus significative et plus fructueuse.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

On trouvera les sources historiques du problème de l'induction de Hume dans la troisième partie de D. Hume, Traité de la nature humaine, trad. A. Leroy, Bibliothèque philosophique, Aubier, Paris, 1946 et 1983. Une autre présentation classique du problème est celle du chapitre 6 du livre de B. Russell, Problèmes de philosophie, trad. S.M. Guillemin, Payot, Paris, 1975. Une étude très approfondie et technique des conséquences de l'argumentation de Hume est faite par un auteur proche du point de vue inductiviste: D.C. Stove, Probability and Hume's Inductive Scepticism (Oxford University Press, Oxford, 1973). On trouvera l'affirmation de Popper selon laquelle il a vaincu l'inductivisme dans K.R. Popper, «Connaissance conjecturale: ma solution au problème de l'induction», in La Connaissance objective, trad. C. Bastyns, Ed. Complexe, Bruxelles, 1972, ch. 1. Imre Lakatos présente une critique de la position de Popper d'un point de vue proche du falsificationisme, dans «Popper on Demarcation and Induction», in The Philosophy of Karl Popper, P.A. Schilpp éd. (Open Court, La Salle, Illinois, 1974), pp. 241-273. Lakatos a écrit une histoire stimulante du développement du programme inductiviste dans «Changes in the Problem of Inductive Logic», in The Problem of Inductive Logic (North Holland Publ. Co., Amsterdam, 1968), pp. 315-417. On trouvera des critiques de l'inductivisme d'un point de vue assez différent de celui adopté dans ce livre dans le classique de P. Duhem, La Théorie physique, son objet, sa structure, Marcel Rivière, Paris, 1906.

LA DÉPENDANCE DE L'OBSERVATION PAR RAPPORT À LA THÉORIE

Pour l'inductiviste naïf, nous l'avons vu, le fondement sûr à l'origine du savoir scientifique, qui n'a qu'une vérité probable, est une observation soigneusement menée en dehors de tout préjugé. Ce point de vue a été malmené au chapitre précédent, en raison des difficultés auxquelles se heurte nécessairement toute tentative de justification du bien-fondé du raisonnement inductif à dériver des lois et théories scientifiques à partir de l'observation. Il y a des bases positives pour mettre en doute la confiance qui est accordée au raisonnement inductif, quelques exemples l'ont montré. Ces arguments n'en constituent pas pour autant une réfutation définitive de l'inductivisme, puisque de nombreuses conceptions rivales de la science rencontrent des difficultés similaires¹. Dans ce chapitre sera présentée une objection plus sérieuse contre le point de vue inductiviste fondée sur une critique, non plus des inductions par lesquelles la connaissance scientifique est censée provenir de l'observation, mais des hypothèses de

1. Voir chapitre 12, section 4.

l'inductiviste concernant le statut et le rôle de l'observation elle-même.

Le point de vue inductiviste naïf contient deux hypothèses importantes au sujet de l'observation. La première est que *la science commence par l'observation*. La seconde est que *l'observation fournit une base sûre à partir de laquelle la connaissance peut être tirée*. Diverses critiques seront présentées ici contre ces deux hypothèses et de nombreuses raisons seront données pour les rejeter. Mais je commencerai par exposer un point de vue sur l'observation qui me semble communément partagé à notre époque et qui va dans le sens de la position inductiviste naïve.

1. *Un point de vue commun sur l'observation*

Je m'en tiendrai, pour discuter de l'observation, au domaine de la vue, en partie parce que ce sens est le plus couramment utilisé dans la pratique de la science, et en partie pour des raisons de commodité. Il doit être possible dans la plupart des cas de reformuler l'argument présenté afin de l'adapter à une observation conduite par nos autres sens. Un point de vue simple et commun sur la vision peut être exprimé de la manière suivante : les êtres humains voient en faisant usage de leurs yeux. L'œil humain est formé essentiellement d'une lentille et de la rétine, qui agit comme un écran sur lequel se forment les images des objets extérieurs à l'œil. Les rayons lumineux provenant de l'objet regardé arrivent sur la lentille *via* le milieu de propagation. Le matériau constituant la lentille réfracte ces rayons pour les diriger vers un foyer situé sur la rétine : ainsi se forme l'image de l'objet. L'œil humain présente en cela une grande similarité avec l'appareil

photographique. Mais leur différence essentielle tient à la façon dont l'image finale est enregistrée. Les nerfs optiques, qui vont de la rétine au cortex, transportent l'information sur la lumière qui arrive en diverses régions de la rétine. C'est l'enregistrement de cette information par le cerveau qui correspond à la vision de l'objet. Bien sûr, on peut affiner cette description en la complétant par de nombreux détails, mais ce qui précède en donne la quintessence.

Le schéma précédent, basé sur le sens de la vue, fait ressortir deux points nodaux pour l'inductiviste. D'abord, un observateur humain a accès plus ou moins directement à certaines propriétés du monde extérieur dans la mesure où elles sont enregistrées par le cerveau dans l'acte même de voir. Ensuite, deux observateurs normaux regardant le même objet ou la même scène à partir du même lieu « verront » la même chose. Des rayons lumineux combinés de façon semblable heurteront l'œil de chaque observateur, seront focalisés sur leur rétine normale par les lentilles normales de leurs yeux et donneront naissance à des images similaires. Une information de même nature sera alors transmise vers le cerveau de chaque observateur par leurs nerfs optiques normaux, et il en résultera que les deux observateurs « verront » la même chose. Ces deux points seront remis en question directement dès la section suivante. Les sections ultérieures jetteront un doute supplémentaire et plus lourd de conséquences sur l'adéquation entre l'attitude inductiviste et l'observation.

2. Des expériences visuelles non déterminées par des images sur la rétine

On dispose de nombreux éléments indiquant que l'expérience vécue par des observateurs regardant un objet n'est pas déterminée seulement par l'information, transmise sous la forme de rayons lumineux, qui entre dans leurs yeux, pas plus qu'elle n'est déterminée seulement par les images qui se forment sur leur rétine. Deux observateurs normaux voyant le même objet du même endroit dans les mêmes conditions physiques ne vivront pas nécessairement des expériences visuelles identiques, même si les images de leurs rétines respectives sont virtuellement identiques. Il est un sens où les deux observateurs ne « voient » pas forcément la même chose. Comme le dit N.R. Hanson, « il y a plus à voir que ce qui arrive dans le globe oculaire ». Quelques exemples simples vont illustrer ce point.

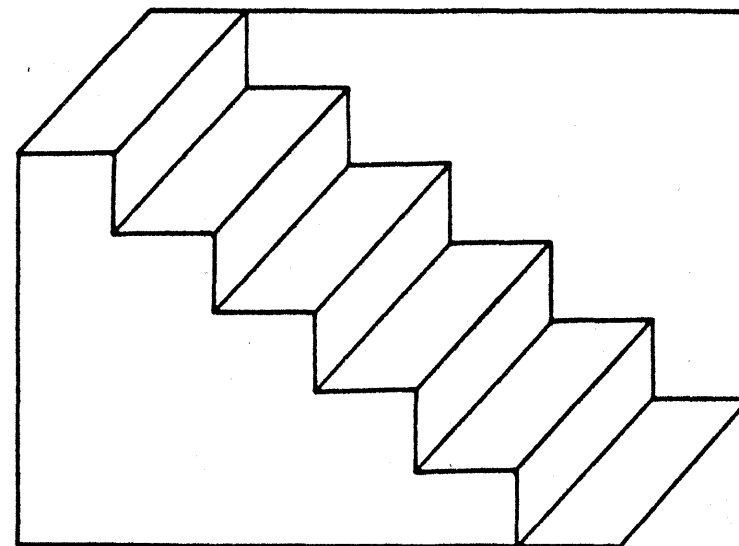


Fig. 3

La plupart d'entre nous commençons par voir dans la figure 3 un escalier qui nous présente la face supérieure de ses marches. Mais nous pouvons le voir autrement. Nous n'aurons pas de peine à voir un escalier dont la face inférieure des marches est visible. En outre, on s'aperçoit souvent, en regardant la figure pendant quelque temps, que l'on voit l'escalier alternativement d'en haut et d'en bas, et ces changements de perception se produisent involontairement. Il paraît sensé de supposer que les images rétinienne ne changent pas, puisque l'objet vu reste le même. La façon dont est vu l'escalier semble donc dépendre de quelque chose d'autre que de l'image qui se forme sur la rétine de l'observateur. Je suppose qu'aucun lecteur n'a remis en question mon affirmation qu'il s'agit d'un escalier. Cependant, des membres de nombreuses tribus africaines qui ne connaissent pas dans leur culture la perspective bidimensionnelle d'objets tridimensionnels ont indiqué, lors d'expériences qui ont été faites, qu'ils ne voyaient pas un escalier mais un arrangement bidimensionnel de lignes. Je suppose que la nature des images formées sur les rétines des observateurs est relativement indépendante de leur culture. Il semble donc que l'on puisse à nouveau en déduire que ce que perçoivent les observateurs dans l'acte de voir n'est pas déterminé uniquement par les images qui se forment sur la rétine. C'est Hanson² qui a développé cette thèse en l'illustrant par de nombreux exemples.

Ce que voit un observateur, c'est-à-dire l'expérience visuelle qu'il éprouve en voyant un objet, dépend en partie de son expérience passée, de ses connaissances et de ses attentes. Voici deux exemples simples qui illustrent ce point.

2. N.R. HANSON, *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, 1958, chap. 1.

Lors d'une expérience célèbre, on présentait à des sujets des cartes à jouer pendant un bref moment et on leur demandait de les identifier. Quand on utilisait un jeu de cartes normal, les sujets étaient capables de s'acquitter de cette tâche de manière fort satisfaisante. Mais quand on introduisait des cartes anormales, comme un as de pique rouge, presque tous les sujets commençaient par identifier à tort ces cartes comme des cartes normales. Ils voyaient un as de pique rouge comme un as de carreau normal ou un as de pique normal. Les impressions subjectives ressenties par les observateurs étaient influencées par leurs attentes. Quand, après une période de confusion, les sujets s'apercevaient de la présence de cartes anormales dans le jeu, soit spontanément, soit après qu'on le leur avait signalé, ils n'éprouvaient plus la moindre gêne pour identifier toutes les cartes qui leur étaient présentées, qu'elles soient normales ou anormales. Le changement opéré dans leur connaissance et dans leur attente se traduisait par un changement de ce qu'ils voyaient, alors que les objets physiques n'avaient quant à eux pas changé.

Un autre exemple est celui d'une image contenant une énigme destinée aux enfants qui doivent trouver dans le dessin du feuillage d'un arbre un visage humain. Ici, l'impression subjective ressentie par une personne qui regarde ce dessin correspond d'abord à un arbre, avec un tronc, des feuilles, des branches. Mais cette impression change une fois que l'on a détecté le visage. L'on voit désormais comme un visage ce que l'on voyait auparavant comme du feuillage et des branchages. Encore une fois, c'est le même objet physique qui a été vu avant et après que l'énigme a été résolue, et il est probable que l'image sur la rétine de l'observateur n'a pas changé à partir du moment où la solution est trouvée et où le visage apparaît. En revoyant l'image quelque temps plus

tard, l'observateur qui connaît l'énigme peut voir à nouveau le visage. Dans cet exemple, ce que voit l'observateur est affecté par sa connaissance et son expérience.

« Qu'est-ce que ces exemples tirés par les cheveux », pourrait-on objecter, « ont à voir avec la science ? » Il n'est pas difficile de répondre en produisant des exemples tirés de la pratique scientifique qui illustrent la même chose : ce que voient les observateurs, les expériences subjectives qu'ils vivent en voyant un objet ou une scène, n'est pas déterminé seulement par les images qui se forment sur leurs rétines mais aussi par l'expérience, le savoir, les attentes et l'état général de l'observateur. Il est nécessaire d'apprendre à regarder en expert dans un télescope ou un microscope, et l'amas non structuré de taches noires et brillantes vu par le débutant est bien loin du phénomène ou du détail que l'observateur expérimenté peut discerner. Quelque chose de cet ordre a dû se produire lorsque Galilée introduisit le télescope comme instrument d'exploration des cieux. Les réserves exprimées par ses détracteurs au sujet de phénomènes comme les lunes de Jupiter que Galilée avait appris à voir ont été sans doute en partie dues, non pas aux préjugés, mais aux difficultés véritables rencontrées lorsque l'on cherchait à « voir » à travers ce qui n'était, après tout, que des télescopes fort rudimentaires. Michael Polanyi décrit les changements dans l'expérience de perception d'un étudiant en médecine auquel on apprend à établir un diagnostic à partir d'une radiographie X.

Pensez à un étudiant en médecine qui suit un cours de diagnostic des maladies pulmonaires par rayons X. Il regarde, dans une chambre obscure, des traces obscures sur un écran fluorescent placé sur la poitrine d'un patient, et entend le radiologue commenter à ses assistants, en langage

technique, les caractéristiques significatives de ces zones d'ombre. L'étudiant est d'abord complètement perdu. Car il ne parvient à voir dans la radio d'une poitrine que les ombres du cœur et des côtes, et, entre elles, quelques taches en forme d'araignée. L'expert semble bâtir un roman à partir de fictions de son imagination ; l'étudiant ne voit rien de ce dont on parle. En assistant à ce genre de séances plusieurs semaines durant, en regardant attentivement toutes les images nouvelles de cas différents qui lui sont présentées, une lueur de compréhension poindra en lui ; il en viendra à faire peu à peu abstraction des côtes et à distinguer les poumons. Il finira, en persévérant de manière intelligente, par voir se révéler un riche panorama de détails significatifs : variations physiologiques et changements pathologiques, cicatrices, infections chroniques et signes de maladie aiguë. Il entre alors dans un monde nouveau. S'il continue à ne voir qu'une fraction de ce que voient les experts, les images font désormais sens ainsi que les commentaires que l'on fait sur elles³.

On répond communément à ce que je signale sur l'observation, à partir des exemples que j'ai utilisés, que des observateurs, témoins de la même scène au même endroit, voient la même chose, mais l'interprètent différemment. Cette façon de voir ne tient pas, je vais montrer pourquoi. Pour ce qui est de la perception, c'est seulement avec ses propres expériences qu'un observateur a un contact direct et immédiat. Elles ne sont pas données de façon unique et figée mais varient en fonction des attentes et des connaissances de l'observateur. La seule chose donnée par la situation physique est l'image qui se forme sur la rétine d'un observateur, mais un observateur n'a pas de contact perceptif direct avec cette image. Quand l'inductiviste naïf, et beaucoup d'autres

3. M. POLANYI, *Personal Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1973, p. 101.

empiristes, partent du fait que notre expérience nous donne quelque chose d'unique qui peut donner lieu à des interprétations multiples, ils posent, sans l'argumenter, et malgré de nombreuses preuves du contraire, qu'il existe une sorte de correspondance univoque entre les images projetées sur notre rétine et les expériences que nous vivons subjectivement en voyant. Ils poussent l'analogie de l'appareil photographique trop loin.

Le moment est venu de dévoiler ce dont je *ne veux pas* parler dans cette section, afin d'éviter d'être conduit à dépasser les limites que je me suis imparties. Premièrement, loin de moi l'idée que ce qui provoque physiquement la formation des images sur notre rétine n'a rien à voir avec ce que nous voyons. Nous ne pouvons pas voir uniquement ce qui nous plaît. Cependant, si ce que nous voyons est dû en partie aux images qui se forment sur notre rétine, notre disposition d'esprit ou notre état mental y contribuent également pour une part, état qui dépend manifestement de notre niveau culturel, de nos connaissances, de nos attentes, etc. Ce que nous voyons ne sera donc pas seulement déterminé par les caractéristiques physiques de nos yeux et de la scène observée. Deuxièmement, ce que nous voyons dans diverses situations reste à peu près stable, dans des circonstances très variées. La dépendance de ce que nous voyons par rapport à notre disposition d'esprit n'est pas décisive au point de rendre impossibles la communication et la science. Troisièmement, dans tous les exemples cités ici, il y a bien un sens pour lequel tous les observateurs voient la même chose. Je considère comme acquis et présupposé tout au long du livre, qu'il existe un monde unique, visible et indépendant des observateurs. Par conséquent, quand de nombreux observateurs regardent une image, un appareil, une coupe au microscope ou tout autre objet, on peut dire dans un sens général que c'est bien le

même objet auquel ils ont à faire, qu'ils regardent, et donc, en un certain sens, qu'ils « voient ». Il n'en découle pas pour autant qu'ils vivent la même expérience perceptive. Dans un sens, qui est très important, ils ne voient pas la même chose, et c'est sur ce point que je fonde ma critique de l'inductivisme.

3. Les énoncés d'observation présupposent une théorie

Même s'il existait une expérience unique de perception pour tous les observateurs, cela ne supprimerait pas certaines objections de poids contre la formulation inductiviste de l'observation. Dans cette section, nous nous attacherons aux *énoncés* d'observation fondés sur — et prétendument justifiés par — les expériences perceptives des observateurs qui les formulent. Les inductivistes considèrent comme fondement sûr des lois et théories constituant la science les énoncés d'observation communément admis et non les expériences personnelles, subjectives des observateurs pris individuellement. Il est clair que les observations faites par Darwin lors de son voyage sur le *Beagle* seraient restées sans conséquences pour la science si elles n'étaient sorties de la sphère de l'expérience personnelle de Darwin. Elles ont acquis une valeur scientifique à partir du moment où elles ont été formulées et communiquées comme énoncés d'observation, offerts en pâture à d'autres savants, pour les utiliser et les critiquer. L'inductivisme exige la production d'*énoncés* d'observation à partir d'*énoncés* singuliers au moyen de l'induction. Les raisonnements, inductif aussi bien que déductif, contiennent les relations entre différentes séries d'énoncés et non pas des relations entre

énoncés d'une part et expériences de perception de l'autre.

Nous pouvons supposer qu'il y a des expériences de perception directement accessibles à l'observateur, ce que ne sont pas les énoncés d'observation. Ces derniers sont des entités partagées, formulées dans un langage commun, et qui contiennent des théories de divers degrés de généralité et de sophistication. Une fois que l'on a admis que les énoncés d'observation constituent le fondement sur lequel repose la science, on s'aperçoit que, contrairement aux affirmations inductivistes, ils doivent être précédés par une théorie, et deviennent par là même aussi faillibles que la théorie qu'ils présupposent.

Les énoncés d'observation doivent être formulés dans le langage d'une théorie, aussi vague soit-elle. Considérons la phrase du langage commun : « Prenez garde, le vent pousse le landau du bébé vers le bord de la falaise ! » Une grande quantité de théorie de niveau élémentaire est présupposée ici. Il est sous-entendu que le vent est une chose qui existe et qui a la capacité de provoquer le mouvement d'objets se trouvant sur son chemin, tels que des landaus. La situation d'urgence perceptible dans le « prenez garde » indique que l'on s'attend à ce que le landau, dans lequel se trouve un bébé, tombe de la falaise et aille se fracasser sur les rochers en contrebas, chose qui, suppose-t-on encore, risque d'être nuisible au bébé. De même, quand une personne matinale qui éprouve un besoin urgent de café constate amèrement : « le gaz ne veut pas s'allumer », elle suppose qu'il existe dans l'univers des substances qui peuvent être regroupées sous la dénomination « gaz », et que, parmi elles, il y en a qui brûlent. On notera ici que l'on n'a pas toujours disposé du concept de « gaz ». Il n'existe que depuis le milieu du XVIII^e siècle, lorsque Joseph Black obtint pour la première fois du dioxyde de carbone. Auparavant, on considérait

tous les « gaz » comme des échantillons d'air plus ou moins pur⁴. Si nous en venons maintenant au même genre d'énoncés dans la science, les présupposés théoriques sont à la fois moins triviaux et plus évidemment présents. Ainsi le fait que l'énoncé : « Le faisceau d'électrons est repoussé par le pôle magnétique de l'aimant », ou le discours d'un psychiatre parlant des symptômes de repli d'un patient, présupposent une théorie considérable, ne devrait pas nécessiter de grands développements.

Ainsi, les énoncés d'observation seront toujours formulés dans le langage d'une théorie et seront aussi précis que le cadre théorique ou conceptuel qu'ils utilisent. Le concept de « force » utilisé en physique est précis parce qu'il acquiert sa signification de par le rôle qu'il joue dans une théorie précise, relativement autonome, la mécanique newtonienne. L'utilisation du même mot dans la langue de tous les jours (la force des circonstances, les vents de force 8, la force d'une argumentation, etc.) est imprécise seulement parce que les théories correspondantes sont fort variées et imprécises. Des théories précises, clairement formulées, sont une condition préalable pour que des énoncés d'observation soient précis. En ce sens, la théorie précède l'observation.

Ce qui vient d'être dit sur la priorité de la théorie sur l'observation s'oppose à la thèse inductiviste selon laquelle c'est l'observation qui donne leur signification à de nombreux concepts de base. Prenons un exemple simple, celui du concept « rouge ». Parmi toutes les expériences de perception permises à un observateur par son sens de la vue, certaines (celles qui correspondent aux expériences de perception venant de la vision d'objets rouges) auront quelque chose en commun. L'observateur,

4. Voir T.S. KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, Trad. Laure Meyer, Flammarion, Paris, 1983.

en examinant la série, parvient de quelque façon à en discerner l'élément commun et en arrive à comprendre que cet élément commun est le « rouge ». Ainsi, le concept « rouge » est issu de l'observation. Mais cette vision des choses souffre d'un gros défaut : elle présuppose que, parmi l'infinité d'expériences de perception vécues par un observateur, celles qui proviennent de la vision d'objets rouges sont bel et bien disponibles pour examen. Quel est le critère en vertu duquel les expériences perceptives peuvent être intégrées à la série ? C'est, bien entendu, que seules les perceptions d'objets rouges sont à inclure dans la série. Mais cette vision présuppose acquis le concept même de rouge, alors qu'elle est censée en expliquer l'acquisition. Ce n'est pas en disant que les parents et les enseignants sélectionnent une série d'objets rouges quand ils apprennent aux enfants ce qu'est le concept de « rouge », que l'on donnera de bons arguments en faveur de l'inductivisme ; ce qui nous intéresse ici est en effet de savoir comment le concept a, à l'origine, acquis sa signification. L'affirmation selon laquelle le concept « rouge » ou tout autre provient de l'expérience et de rien d'autre est fausse.

Le principal argument contre l'inductivisme naïf brandi jusqu'ici est que des théories doivent précéder les énoncés d'observation : ainsi il est faux de prétendre que la science commence avec l'observation. Il est un deuxième moyen d'affaiblir l'inductivisme : les énoncés d'observation sont tout aussi faillibles que les théories qu'ils présupposent et de ce fait ne constituent pas un fondement solide sur lequel bâtir des lois et des théories scientifiques.

Je commencerai à illustrer cet argument par des exemples simples, quelque peu artificiels, et discuterai ensuite de sa pertinence pour la science, à l'aide d'exemples tirés de la science et de l'histoire.

Considérez l'énoncé : « voici un morceau de craie »,

prononcé par un professeur désignant un bâton blanc cylindrique qu'il tient devant le tableau. Même si cet énoncé d'observation est parmi les plus simples, il contient une théorie et est faillible. Il présuppose une généralisation de niveau élémentaire : « Des bâtons blancs trouvés dans une salle de classe près des tableaux sont des morceaux de craie. » Et, bien entendu, cette généralisation n'est pas forcément vraie. Notre professeur peut se tromper. Et si le cylindre blanc en question n'était pas un morceau de craie, mais une imitation fabriquée avec le plus grand soin par un élève espiègle en mal de distractions ? Le professeur, ou toute autre personne présente, est à même de procéder par étapes afin de tester la vérité de l'énoncé « voici un morceau de craie » ; mais il s'avère alors que, plus le test est rigoureux, plus on fait appel à la théorie, et, pis, on s'aperçoit qu'on ne pourra accéder à une certitude absolue. Le professeur pourra par exemple, s'il y est sollicité, promener le cylindre blanc sur le tableau, et déclarer, en montrant la trace blanche qu'il laisse : « Voyez, c'est *bien* un morceau de craie. » Il sous-entend alors l'hypothèse que « la craie laisse des traces blanches quand on la promène sur un tableau ». On pourra lui objecter que la craie n'est pas la seule substance qui laisse une trace blanche sur un tableau. Le professeur pourra alors réduire la craie en poussière et commettre d'autres actes de ce genre ; s'il ne vient pas à bout de critiques du même type, son opiniâtreté à réussir l'amènera à recourir à l'analyse chimique. Chimiquement parlant, la craie est constituée essentiellement de carbonate de calcium, plaide-t-il, elle doit donc produire du dioxyde de carbone quand on la trempe dans un acide. Il effectue l'expérience et montre que le gaz qui s'échappe est du dioxyde de carbone parce qu'il trouble l'eau de chaux. Chaque étape dans cette série d'essais pour établir la validité de l'énoncé d'observation « voici un morceau

de craie» se fait en recourant non seulement à des énoncés d'observation plus éloignés mais aussi à un nombre de plus en plus grand de généralisations théoriques. Le test qui constitue l'aboutissement de notre série contient une bonne dose de théorie chimique (l'action des acides sur les carbonates, l'effet particulier du dioxyde de carbone sur l'eau de chaux). Pour établir la validité d'un énoncé d'observation, il est nécessaire, on le voit, de faire appel à la théorie; plus la validité d'un énoncé doit être fermement établie, plus le savoir théorique mis à contribution sera important. Cela est à l'opposé de ce que nous aurions pu attendre de la vision inductiviste, et contredit notamment le fait que, pour établir la vérité d'un énoncé d'observation problématique, il faut faire appel à d'autres énoncés d'observation mieux établis, le cas échéant à des lois qui en sont dérivées, mais pas à la théorie.

Dans le langage quotidien, il arrive souvent qu'un « énoncé d'observation » qui ne pose apparemment pas de problème se révèle faux quand on en attend quelque chose; cela se produit lorsque l'une des théories présumées dans la formulation d'un énoncé d'observation est fautive. Par exemple, lors d'un pique-nique au sommet d'une haute montagne, on peut observer, en regardant la casserole placée sur le feu: « l'eau est assez chaude pour faire le thé », et s'apercevoir à ses dépens que l'on s'est trompé en goûtant au breuvage qui en a résulté. La théorie sous-entendue à tort ici est que l'eau bouillante est assez chaude pour faire le thé. Or ce n'est pas toujours le cas de l'eau qui bout aux basses pressions que l'on connaît en altitude.

Voici des exemples moins artificiels qui nous seront plus utiles pour comprendre la nature de la science.

Au temps de Copernic (avant l'invention du télescope), l'on observa avec soin la taille de Vénus. L'énoncé:

« Vénus, vue de la Terre, ne change pas de taille de façon notable au cours de l'année » était généralement accepté par tous les astronomes, qu'ils soient coperniciens ou non coperniciens, sur la base de ces observations. Andreas Osiander, contemporain de Copernic, considérait la prédiction que la taille de Vénus apparaît variable au cours de l'année comme « un résultat contredit par l'expérience de tout temps⁵ ». On acceptait l'observation, malgré l'inconvénient qu'elle présentait, car la théorie de Copernic et certaines de ses rivales prédisaient un changement notable d'apparence de la taille de Vénus au cours de l'année. Aujourd'hui cet énoncé est considéré comme faux. Il se fonde sur le présupposé théorique faux que l'œil nu évalue correctement la dimension de petites sources lumineuses. On dispose aujourd'hui d'une explication théorique qui nous dit pourquoi l'œil se trompe en estimant la dimension des petites sources de lumière et pourquoi il faut lui préférer les observations au télescope; or, ces dernières indiquent que la taille apparente de Vénus varie considérablement au cours de l'année. Cet exemple illustre clairement la dépendance des énoncés d'observation par rapport à la théorie et, par conséquent, leur caractère faillible.

Le second exemple concerne l'électrostatique. Les premiers expérimentateurs du domaine ont observé que les tiges électrisées deviennent collantes — de petits morceaux de papier s'y collent — et qu'un corps électrique rebondit sur un autre. D'un point de vue moderne, ces comptes rendus d'observation étaient erronés. Les conceptions fausses qui en étaient à l'origine ont été remplacées par les notions actuelles de forces attractives et répulsives agissant à distance, qui conduisent à des rapports d'observation fort différents.

5. E. ROSEN, *Three Copernican Treatises*, Dover, New York, 1959, p. 25.

Enfin, dans une veine plus légère, les scientifiques modernes n'auraient aucune difficulté à établir la fausseté de la remarque consignée dans le journal de l'honnête Kepler, qui avait observé dans un télescope galiléen « les étoiles carrées et vivement colorées⁶ ».

J'ai montré dans cette section que l'inductiviste a tort sur deux fronts. La science ne commence pas par des énoncés d'observation parce qu'il faut une théorie avant tout énoncé d'observation, et les énoncés d'observation, parce qu'ils sont faillibles, ne constituent pas une base sûre sur laquelle la connaissance scientifique peut être fondée. Cependant, je ne prétends pas en déduire que les énoncés d'observation ne jouent aucun rôle dans la science. Je n'exige pas l'élimination de tous les énoncés d'observation sous prétexte qu'ils sont faillibles. Je me suis contenté de montrer que le rôle que l'inductiviste fait jouer aux énoncés d'observation dans la science est erroné.

4. *L'observation et l'expérience sont guidées par la théorie*

Selon le plus naïf des inductivistes, la base de la connaissance scientifique est fournie par les observations faites par un observateur dénué de tout préjugé⁷. Si on l'interprète à la lettre, cette position est absurde et intenable. Pour l'illustrer, imaginons Heinrich Hertz, en 1888, effectuant l'expérience électrique qui lui permit d'être le premier à produire et à détecter des ondes radio.

6. P.K. FEYERABEND, *Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979, note 2, p. 136.

7. Voir, par exemple, la citation des pp. 34-35.

S'il avait été parfaitement innocent en effectuant ces observations, il aurait été obligé de noter non seulement les lectures sur différents mètres, la présence ou l'absence d'étincelles à différents lieux critiques dans les circuits électriques, les dimensions du circuit, etc., mais aussi la couleur des mètres, les dimensions du laboratoire, le temps qu'il faisait, la pointure de ses chaussures et un fatras de détails sans aucun rapport avec le type de théorie qui l'intéressait et qu'il était en train de tester. (Dans ce cas particulier Hertz testait la théorie électromagnétique de Maxwell pour voir s'il pouvait produire les ondes radio qu'elle prédisait.) Comme second exemple, hypothétique, supposez que mon vœu le plus ardent soit de contribuer au progrès de la physiologie ou de l'anatomie humaines; ayant remarqué la rareté des travaux portant sur le poids des lobes d'oreilles humaines, je me lance dans des expériences très poussées sur les poids d'un grand nombre de lobes d'oreilles humaines, en enregistrant et classifiant mes nombreuses observations il est clair, je pense, que je serais loin d'apporter une contribution décisive à la science. Je perdrais mon temps, à moins que quelque théorie n'ait été proposée qui attribue au poids des lobes d'oreilles un rôle significatif, une théorie qui établirait par exemple un lien entre la taille des lobes et l'incidence du cancer.

Les exemples qui précèdent illustrent en quoi la théorie précède l'observation dans la science. Les observations et les expériences sont faites pour tester ou pour faire la lumière sur une théorie, et seules les observations qui s'y rapportent sont dignes d'être notées. Cependant, pour autant que les théories qui constituent notre savoir scientifique sont faillibles et incomplètes, la façon dont elles nous guident pour savoir quelles observations sont pertinentes par rapport au phénomène étudié peut être source d'erreurs et nous conduire à ne pas prendre en

compte certains facteurs essentiels. L'expérience citée de Hertz en est un bel exemple. L'un des facteurs que j'ai écarté comme nettement « hors sujet » était en fait au cœur même du sujet. La théorie testée avait pour conséquence que la vitesse des ondes radio doit être identique à celle de la lumière. Or, quand Hertz mesura la vitesse de ses ondes radio, il trouva à plusieurs reprises qu'elle différait de celle de la lumière. Il ne parvint jamais à résoudre cette énigme, dont la cause ne fut comprise qu'après sa mort. Les ondes radio émises par son appareil se réfléchissaient sur les murs de son laboratoire, revenaient vers son appareil et interféraient avec ses mesures. Les dimensions du laboratoire étaient bel et bien un facteur essentiel. Les théories faillibles et incomplètes qui constituent la connaissance scientifique peuvent ainsi orienter l'observateur sur une fausse piste. Mais ce problème peut être résolu en améliorant et en étendant nos théories et non en accumulant une liste infinie d'observations sans but.

5. *L'inductivisme non réfuté de façon concluante*

La dépendance de l'observation par rapport à la théorie discutée dans ce chapitre mine sans doute l'affirmation inductiviste que la science commence par l'observation. Cependant, seul le plus naïf des inductivistes se reconnaît dans ce point de vue. Aucun des inductivistes modernes, plus sophistiqués, ne veut plus le prendre à la lettre. Ils peuvent parfaitement se passer de l'affirmation selon laquelle la science doit commencer par une observation non biaisée et sans préjugés en opérant une distinction entre la façon dont on commence par formuler et découvrir une théorie d'une part, et la façon

dont on la justifie ou on l'évalue de l'autre. Les tenants de ce point de vue modifié n'ont aucune difficulté à admettre que les théories nouvelles sont conçues de façons fort diverses et souvent selon un grand nombre de voies différentes. Certaines ont pu apparaître à celui qui les a découvertes dans un éclair d'inspiration, ainsi que le dit cette histoire mythique attribuant la découverte de la loi de la gravitation à la vision par Newton d'une pomme tombant d'un arbre. Une nouvelle découverte peut également survenir par accident, comme Roentgen qui découvrit les rayons X après avoir été intrigué par le constant noircissement de ses plaques photographiques posées dans le voisinage d'un tube à décharge. Une découverte peut encore survenir à l'issue d'une longue série d'observations et de calculs, comme l'illustre la découverte par Kepler des lois du mouvement planétaire. Les théories peuvent être, et sont généralement conçues avant que soient effectuées les observations nécessaires pour les tester. De plus, selon l'inductivisme le plus sophistiqué, les actes créatifs, dont les plus novateurs et les plus significatifs requièrent du génie et font appel à la psychologie individuelle du savant, défient l'analyse logique. Le moment de la découverte et la question de l'origine de théories nouvelles ne font pas partie de la philosophie des sciences.

Cependant, une fois les nouvelles lois et théories formulées, il reste à envisager la question de leur adéquation. Correspondent-elles ou non à un savoir scientifique légitime? Cette question préoccupe les inductivistes sophistiqués. Leur réponse est à peu près celle que j'ai esquissée au chapitre 1. Un grand nombre de faits pertinents pour une théorie doivent être certifiés par l'observation dans des circonstances fort variées, et on doit établir le degré auquel une théorie peut être

considérée comme vraie ou probablement vraie à la lumière de ces faits par une inférence inductive.

La séparation du mode de découverte et du mode de justification permet aux inductivistes d'échapper à la critique qui leur est adressée dans ce chapitre contre leur affirmation que la science commence par l'observation. Cependant, la légitimité de la séparation entre ces deux modes peut être questionnée. Par exemple, il semble sans doute raisonnable de suggérer qu'une théorie qui anticipe et mène à la découverte de phénomènes nouveaux, comme celle de Clerk Maxwell qui a conduit à la découverte d'ondes radio, est plus digne d'éloges et se justifie plus qu'une loi ou théorie conçue pour rendre compte de phénomènes déjà connus et qui ne mène pas à la découverte de nouveaux phénomènes. Il apparaîtra, je l'espère, de plus en plus clairement au long de ce livre qu'il est essentiel de comprendre que la science est un savoir qui évolue dans le temps, et qu'une théorie ne peut être correctement évaluée que si l'on accorde l'attention voulue au contexte de l'époque où elle a été formulée. L'évaluation d'une théorie dépend intimement des circonstances dans lesquelles elle apparaît à l'origine.

Même si nous autorisons les inductivistes à séparer le mode de découverte du mode de justification, leur position reste menacée par le fait que les énoncés d'observation sont liés à une théorie et sont, par là même, faillibles. L'inductiviste souhaite introduire une nette distinction entre l'observation directe, dont il espère qu'elle va constituer un solide fondement de la connaissance scientifique, et les théories, qui se justifient dans la mesure où elles reçoivent l'appui inductif d'une base observationnelle sûre. Ces inductivistes extrêmes que sont les logico-positivistes ont été jusqu'à dire que les théories n'ont de sens que si elles peuvent être vérifiées par l'observation directe. Cette position pêche par le fait que

la nette distinction entre observation et théorie ne peut être maintenue, étant donné que l'observation, ou plutôt les énoncés qui en résultent, sont imprégnés par la théorie.

Bien que j'aie sévèrement critiqué dans ce chapitre et dans le précédent les philosophies inductivistes de la science, les arguments que j'ai présentés ne constituent pas une réfutation absolument décisive de ce programme. Le problème de l'induction ne peut être regardé comme une réfutation décisive, parce que, comme je l'ai dit plus haut, la plupart des autres philosophies de la science souffrent d'une difficulté similaire. J'ai simplement indiqué une façon par laquelle les inductivistes parviennent, dans une certaine mesure, à surmonter la critique fondée sur la dépendance de la théorie par rapport à l'observation et je suis convaincu qu'ils se révéleront capables d'imaginer d'autres systèmes de défense ingénieux. La raison principale pour laquelle je pense que l'inductivisme doit être abandonné tient à ce que, par rapport à d'autres approches concurrentes plus récentes, il a de plus en plus échoué à jeter une lumière nouvelle et intéressante sur la nature de la science, ce qui conduisit Imre Lakatos à le qualifier de programme en voie de dégénérescence. L'existence même de conceptions de la science de plus en plus adéquates, intéressantes et fructueuses, qui seront présentées dans les chapitres ultérieurs, constitue le chef d'accusation le plus grave contre l'inductivisme.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

La dépendance des expériences de perception par rapport à la théorie est présentée et illustrée par des exemples dans le livre de

N.R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge University Press, Cambridge, 1958). *Les écrits de Popper, Feyerabend et Kuhn abondent en arguments et en exemples à l'appui de la thèse que les observations et les énoncés d'observation dépendent de la théorie. On trouvera quelques passages traitant spécifiquement du sujet dans K.R. Popper, La Logique de la découverte scientifique, trad. Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Payot, 1984, chapitre 5 et appendice X; Popper, Objective Knowledge, Oxford University Press, Oxford, 1972, pp. 341-361; Feyerabend, Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, 1979, chap. 6 et 7, et T.S. Kuhn, La Structure des révolutions scientifiques, trad. Laure Meyer, Flammarion, 1983, chap. 10. Le premier chapitre de Carl R. Kordig, The Justification of Scientific Change (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971), contient une discussion du sujet qui critique les positions de Hanson et Feyerabend. Israel Scheffler développe une conception circonspecte mais sèche dans Science and Subjectivity (Bobbs-Merrill, New York, 1967). On trouvera des analyses intéressantes de la perception, en relation avec des questions philosophiques, dans R.L. Gregory, Eye and Brain (Weidenfeld et Nicolson, Londres, 1972), et Ernst Gombrich, L'Art et l'Illusion (NRF, Paris, 1971). Je recommande vivement un livre passionnant sur la perception animale, celui de Vitus Droscher, The Magic of the Senses (Harper and Row, New York, 1971). Ce livre s'attache à limiter fortement la perception humaine et insiste sur le caractère arbitraire des tentatives qui ont été faites pour donner une signification fondamentale à l'information que les êtres humains reçoivent par l'entremise de leurs sens.*

INTRODUCTION AU FALSIFICATIONISME

Le falsificationiste n'a aucun mal à admettre que l'observation est guidée par la théorie dont elle présuppose l'existence. Et il renonce le cœur léger à toute prétention d'établir la vérité des théories — ou leur vérité probable — à partir des faits d'observation. Il considère les théories comme des conjectures ou des suppositions librement créées par l'esprit qui s'efforce de résoudre les problèmes posés par les théories précédentes et de décrire de façon appropriée le comportement de certains aspects du monde ou de l'univers. Une fois énoncées, les théories spéculatives doivent être confrontées rigoureusement et impitoyablement à l'observation et à l'expérience. Il faut éliminer les théories incapables de résister aux tests de l'observation ou de l'expérience et les remplacer par d'autres conjectures spéculatives. La science progresse par essais et erreurs, par conjectures et réfutations. Seules les théories les mieux adaptées survivent. On ne s'autorisera jamais à dire d'une théorie qu'elle est vraie, mais on tendra à affirmer qu'elle est la meilleure disponible, qu'elle dépasse toutes celles qui l'ont précédée.

1. La logique en faveur du falsificationisme

Selon le falsificationisme, on peut montrer que certaines théories sont fausses en faisant appel aux résultats d'observation et d'expérience. Un argument logique simple semble lui donner raison. J'ai déjà signalé au chapitre 2 que les déductions logiques fondées uniquement sur des énoncés d'observation vrais, à supposer que nous en disposions, ne nous permettent en aucun cas d'aboutir à des lois universelles et à des théories. Pourtant, des déductions logiques qui prennent comme prémisses des énoncés singuliers d'observation peuvent nous conduire à conclure à la fausseté de lois et de théories universelles. Par exemple : « on a observé un corbeau qui n'est pas noir, au lieu x à l'instant t » est un énoncé dont il découle logiquement la fausseté de « tous les corbeaux sont noirs ». Autrement dit, l'argument

Prémisse : On a observé un corbeau qui n'est pas noir, au lieu x à l'instant t .

Conclusion : Tous les corbeaux ne sont pas noirs.

est une déduction logiquement valide. Si la prémisse est vraie et la conclusion fausse, il y a contradiction. Un ou deux exemples illustreront ce point logique à peu près trivial. Si une expérience permet d'établir par l'observation qu'un poids de dix livres et un poids d'une livre tombent en chute libre approximativement à la même vitesse, on pourra en conclure que l'énoncé que les corps tombent à des vitesses proportionnelles à leur poids est faux. Si l'on peut démontrer sans qu'il reste le moindre doute qu'un rayon lumineux passant près du Soleil suit une trajectoire courbe,

alors l'énoncé que la lumière se déplace nécessairement en ligne droite n'est pas vrai.

La fausseté d'énoncés universels peut être déduite d'énoncés singuliers appropriés. Le falsificationiste exploite à fond cette propriété logique.

2. La falsifiabilité comme critère de délimitation pour les théories

Le falsificationiste voit en la science un ensemble d'hypothèses visant à décrire avec précision ou à expliquer le comportement d'une partie du monde ou de l'univers. Mais toutes les hypothèses ne sont pas à retenir. Toute hypothèse ou tout système d'hypothèses doit satisfaire une condition fondamentale pour acquérir le statut de loi ou de théorie scientifique. Pour faire partie de la science, une hypothèse doit être *falsifiable*. Avant d'en dire plus, il est important d'exposer clairement ce que le falsificationiste entend par ce mot.

Voici quelques exemples d'énoncés simples qui sont falsifiables au sens désiré.

1. Il ne pleut jamais le mercredi.
2. Tous les corps se dilatent lorsqu'ils sont chauffés.
3. Les objets lourds, tels qu'une brique, lâchés près de la surface de la Terre, tombent vers le bas si rien ne les retient.
4. Quand un rayon de lumière est réfléchi sur un miroir plan, l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.

L'énoncé (1) est falsifiable : il suffit qu'il pleuve un mercredi. L'énoncé (2) est falsifiable. Il peut être falsifié en produisant un énoncé d'observation selon lequel un certain

corps, x , ne s'est pas dilaté lorsqu'il a été chauffé. L'observation de l'eau près de son point d'ébullition peut servir à falsifier l'énoncé (2). Les énoncés (3) et (4) sont vrais, pour autant que je sache. Ils sont néanmoins falsifiables au sens indiqué. La possibilité logique que la prochaine brique lâchée « tombe » en l'air reste ouverte. L'énoncé « la brique est tombée en l'air lorsqu'on l'a lâchée » ne contient aucune contradiction logique, même si ce cas ne doit jamais être observé. Quant à l'énoncé (4), il est falsifiable parce qu'il est envisageable qu'un rayon lumineux arrivant sur un miroir soit réfléchi dans une direction perpendiculaire au miroir. Cela ne se produira jamais si la loi de la réflexion se révèle vraie, mais ce cas ne conduirait à aucune contradiction logique. Les énoncés (3) et (4) sont tous deux falsifiables, même s'ils ont toutes chances d'être vrais.

Une hypothèse est falsifiable si la logique autorise l'existence d'un énoncé ou d'une série d'énoncés d'observation qui lui sont contradictoires, c'est-à-dire, qui la falsifieraient s'ils se révélaient vrais.

Voici quelques exemples d'énoncés qui ne satisfont pas à cette exigence et qui par conséquent ne sont pas falsifiables.

5. Soit il pleut soit il ne pleut pas.
6. Tous les points d'un cercle euclidien sont équidistants du centre.
7. On peut avoir de la chance dans les paris sportifs.

Il n'existe aucun énoncé d'observation logique qui puisse réfuter (5). L'énoncé est vrai quel que soit le temps qu'il fait. (6) est nécessairement vrai en raison de la définition même d'un cercle euclidien. « Tous les célibataires ne sont pas mariés » est infalsifiable pour une raison semblable. L'énoncé (7) est extrait d'un horoscope paru dans un

journal. Il est typique de la stratégie tortueuse utilisée par les marchands de bonne aventure. L'énoncé est infalsifiable. Il ne fait qu'indiquer au lecteur que, s'il parie aujourd'hui, il peut gagner, énoncé qui reste vrai qu'il parie ou non, et s'il parie, qu'il gagne ou non.

Le falsificationniste exige que les hypothèses scientifiques soient falsifiables, au sens que j'ai indiqué. C'est uniquement, insiste-t-il, en exhibant une série d'énoncés d'observation logiquement envisageables qu'une loi ou une théorie acquiert une valeur informative. Avec un énoncé infalsifiable, le monde peut avoir n'importe quelles propriétés, n'importe quels comportements, rien n'entrera jamais en conflit avec lui. Les énoncés (5), (6) et (7), à la différence des énoncés (1), (2), (3) et (4), ne nous apprennent rien sur le monde. On attend d'une loi ou d'une théorie scientifique qu'elle nous donne quelque information sur le comportement réel du monde, à l'exclusion de tous les comportements (logiquement) possibles mais qui ne se produisent pas. La loi stipulant que « toutes les planètes décrivent des ellipses autour du Soleil » est une loi scientifique parce qu'elle affirme que les planètes se déplacent bien suivant des ellipses et exclut les orbites carrées ou ovales. C'est simplement parce que cette loi exprime des énoncés bien définis sur les orbites planétaires qu'elle est porteuse d'information et falsifiable.

Un coup d'œil rapide sur certaines lois qui peuvent être considérées comme des composantes typiques de théories scientifiques indique qu'elles satisfont au critère de falsifiabilité. « Des pôles magnétiques opposés s'attirent mutuellement », « un acide plus une base produisent du sel plus de l'eau » et d'autres lois similaires peuvent aisément être analysées comme falsifiables. Cependant, le falsificationniste affirme que certaines théories, qui possèdent à première vue les caractéristiques de bonnes théories scientifiques, n'en ont en réalité que l'aspect, parce qu'elles ne sont pas

falsifiables : elles doivent donc être rejetées. Popper a affirmé que le matérialisme historique de Marx, la psychanalyse de Freud et la psychologie d'Adler, pour ce qui est de certaines de leurs versions au moins, souffraient de ce défaut. Sa critique de la psychologie adlérienne peut être illustrée par l'exemple caricatural suivant.

La théorie d'Adler pose comme un principe fondamental que les actions humaines sont motivées par des sentiments d'infériorité. Voici un incident qui vient à l'appui de cette thèse : un homme se trouve au bord d'une rivière dangereuse lorsqu'un enfant, près de lui, tombe à l'eau. Ou bien l'homme plongera dans la rivière pour sauver l'enfant, ou bien il ne le fera pas. S'il le fait, l'adlérien répondra que cela va dans le sens de sa théorie. L'homme éprouvait manifestement le besoin de vaincre son sentiment d'infériorité en montrant qu'il était suffisamment courageux pour plonger dans la rivière, en dépit du danger. Si au contraire il n'y plonge pas, l'adlérien pourra également conforter sa théorie. Car l'homme surmonte alors ses sentiments d'infériorité en se prouvant qu'il a la force de rester sur la berge, imperturbable, pendant que l'enfant coule.

Si cette caricature illustre bien la façon dont fonctionne la théorie adlérienne, la théorie n'est alors pas falsifiable¹. Elle correspond à n'importe quel comportement humain et, précisément pour cette raison, ne nous en apprend rien. Bien entendu, une étude approfondie de la théorie d'Adler serait nécessaire avant de la rejeter sur cette base, et on ne saurait se limiter à la caricature citée. Mais il existe de nombreuses théories sociales, psychologiques et religieuses qui, dans leur volonté de tout expliquer, finissent, semble-t-il, par ne rien expliquer. On peut rendre compatible

1. Cet exemple pourrait être réduit à néant s'il y avait des moyens d'établir le type de complexe d'infériorité de l'homme en question, indépendamment de son comportement au bord de la rivière. La théorie fournit bien la réponse à cette question et cet exemple en est une caricature outrancière.

l'existence d'un Dieu d'amour et le fait qu'il survient des catastrophes en interprétant les désastres comme des signes envoyés pour nous punir ou nous éprouver, suivant ce qui sied le mieux à la situation. De nombreux exemples de comportement animal peuvent être vus comme des illustrations de l'énoncé : « Les animaux ont été conçus de façon à remplir au mieux la fonction à laquelle ils ont été destinés. » Les théoriciens ayant recours à de tels énoncés sont coupables des mêmes faux-fuyants que les marchands de bonne aventure et s'exposent à la critique du falsificationniste. Si une théorie a un contenu informatif, elle doit courir le risque d'être falsifiée.

3. Degré de falsifiabilité, clarté et précision

Une bonne loi ou théorie scientifique est falsifiable justement parce qu'elle fait des assertions définies sur le monde. Le falsificationniste ne tarde pas à en déduire que plus une théorie est falsifiable, meilleure elle est, cela entendu au sens large. Plus une théorie énonce d'assertions, plus nombreuses seront les occasions de montrer que le monde ne se comporte pas de la façon prévue par la théorie. Une très bonne théorie énonce des assertions de portée très générale sur le monde ; elle est par conséquent hautement falsifiable, et elle résiste aux falsifications chaque fois qu'elle est soumise à test.

Ce point peut être illustré au moyen d'un exemple trivial. Considérons les deux lois :

- a) Mars se déplace autour du Soleil suivant une ellipse.
- b) Toutes les planètes se déplacent autour du Soleil suivant des ellipses.

Je pense qu'il est clair que le statut de l'énoncé (b) est plus élevé que celui de (a), si on les considère comme parties intégrantes du savoir scientifique. La loi (b) nous dit tout ce que nous dit (a) et plus encore. La loi (b), qui est à préférer, est plus falsifiable que (a). Si des observations de Mars peuvent falsifier (a), elles falsifieront (b) également. Toute falsification de (a) sera une falsification de (b), alors que l'inverse n'est pas vrai. Les énoncés d'observation se rapportant aux orbites de Vénus, Jupiter, etc., que l'on peut concevoir comme falsifiant (b), ne correspondent pas à (a). Si nous suivons Popper et si nous appelons ces séries d'observations qui servent à falsifier une loi ou une théorie ses *falsificateurs virtuels*, nous pouvons dire que les falsificateurs virtuels de (a) forment une sous-classe des falsificateurs virtuels de (b). La loi (b) est plus falsifiable que la loi (a), ce qui revient à dire qu'une théorie est d'autant meilleure qu'elle fournit davantage d'énoncés.

Exemple moins artificiel, celui de la relation qui existe entre les théories du système solaire de Kepler et de Newton. Je considère la théorie de Kepler comme constituée de ses trois lois du mouvement planétaire. Les falsificateurs virtuels de cette théorie consistent en des séries d'énoncés se référant aux positions des planètes relativement au Soleil à des instants déterminés. La théorie de Newton, meilleure, qui remplace celle de Kepler, est plus étendue. Elle est formée par les lois du mouvement de Newton et par sa loi de la gravitation, qui énonce que tous les corps dans l'univers s'attirent deux à deux avec une force qui varie comme l'inverse du carré de la distance qui les sépare. Certains des falsificateurs virtuels de la théorie de Newton sont des ensembles d'énoncés portant sur les positions des planètes à des instants donnés. Mais il y en a beaucoup d'autres : ceux qui décrivent le comportement des corps en chute et des pendules, la corrélation entre les marées et les positions du Soleil et de la Lune, etc. Il existe

bien plus de possibilités de falsifier la théorie de Newton que celle de Kepler. Et pourtant, ainsi va l'histoire falsificationniste, la théorie de Newton fut capable de résister aux falsifications qui lui furent opposées, établissant ainsi sa supériorité sur celle de Kepler.

Des théories hautement falsifiables doivent être préférées à celles qui le sont moins, donc, tant qu'elles n'ont pas été falsifiées. Cette réserve est importante pour le falsificationniste. Les théories qui ont été falsifiées doivent être rejetées sans ménagement. L'entreprise de la science consiste à proposer des hypothèses hautement falsifiables, en les complétant par des essais délibérés et réitérés de les falsifier. Popper écrit :

Je reconnais donc volontiers que les partisans de l'invalidation en matière de connaissance scientifique, comme je le suis moi-même, privilégieront nettement une tentative de solution d'un problème intéressant qui consisterait à avancer une conjecture audacieuse, *même (et surtout) si cette conjecture doit bientôt se révéler fausse*, contre toute énumération de truismes dénués d'intérêt. Si notre préférence va à une telle démarche, c'est que nous estimons être ainsi en mesure de tirer un enseignement de nos erreurs en découvrant que la conjecture en question était fausse, nous aurons beaucoup appris quant à la vérité, et nous nous en serons davantage approchés².

Nous tirons des enseignements de nos *erreurs*. La science progresse par essais et *erreurs*. Comme la logique empêche de tirer des lois et théories universelles des énoncés d'observation, mais autorise de déduire qu'ils sont faux, les *falsifications* deviennent les points de repère essentiels, les réussites saisissantes, les facteurs de croissance majeurs

2. K.R. POPPER, *Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique*, trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay. Payot, Paris, 1985. p. 342. C'est l'auteur qui souligne.

dans la science. Cette importance, quelque peu contraire à l'intuition, qu'accordent les falsificationnistes les plus extrémistes au rôle des falsifications sera critiquée dans les chapitres suivants.

Comme la science appelle de ses vœux les théories qui ont un grand contenu informatif, le falsificationniste accueille à bras ouverts les conjectures les plus audacieusement spéculatives. Même les spéculations les plus imprudentes sont bien vues, pourvu qu'elles soient falsifiables et pourvu qu'elles soient rejetées quand elles sont falsifiées. Cette attitude du tout-ou-rien contraste avec la prudence dont fait preuve l'inductiviste naïf. Selon ce dernier, seules les théories dont on montre qu'elles sont vraies ou probablement vraies doivent être admises dans la science. Nous pouvons extrapoler les résultats immédiats de l'expérience seulement dans la mesure où nous y sommes entraînés par des inductions en bonne et due forme. Le falsificationniste, au contraire, admet les limites de l'induction et la supériorité de la théorie sur l'observation. Les secrets de la Nature ne peuvent être révélés qu'à l'aide de théories ingénieuses et pénétrantes. Plus nombreuses sont les théories conjecturales auxquelles on confronte la réalité du monde, et plus leur caractère spéculatif est affirmé, plus on favorise les progrès décisifs de la science. La prolifération de théories spéculatives ne présente aucun danger parce que toutes celles qui échouent à décrire le monde de façon adéquate seront éliminées sans ménagement à l'issue de tests d'observation ou autres.

Exiger que les théories soient hautement falsifiables a l'avantage d'avoir pour conséquence que les théories doivent être clairement formulées et précises. Si une théorie est formulée en termes si vagues que l'on ne distingue pas clairement ce qu'elle énonce, elle pourra toujours, quand elle sera soumise à des tests d'observations ou d'expérimentations, être interprétée de manière à être cohérente avec les

résultats de ces tests. Et ainsi, elle se défendra contre les falsifications. Par exemple, Goethe écrivit à propos de l'électricité :

C'est un néant, un zéro, un point zéro, un point indifférent, mais qui se trouve dans tous les êtres manifestés et c'est en même temps la source à partir de laquelle, à la moindre occasion, un double phénomène se produit, lequel n'apparaît que pour disparaître de nouveau. Les conditions qui déterminent cette apparition sont infiniment différentes suivant la constitution des corps particuliers³.

Si nous prenons cette citation au pied de la lettre, il est très difficile de trouver un ensemble de circonstances physiques qui pourraient être utilisées pour la falsifier. Elle est si vague, si indéfinie (au moins quand on la sort de son contexte) qu'elle en est infalsifiable. Les politiciens et les marchands de bonne aventure peuvent éviter d'être accusés de faire des erreurs en faisant des déclarations suffisamment vagues pour pouvoir toujours être analysées de façon à s'accorder à n'importe quel événement ultérieur. L'exigence d'un haut degré de falsifiabilité interdit de telles manœuvres. Le falsificationniste exige que les théories soient formulées avec une clarté suffisante pour courir le risque de la falsification.

Il en va de même en ce qui concerne la précision. Plus une théorie est formulée précisément, plus elle devient falsifiable. Si nous acceptons qu'une théorie est d'autant meilleure qu'elle est plus falsifiable (tant qu'elle n'a pas été falsifiée), alors il nous faut aussi accepter le fait que les énoncés les plus précis sont les meilleurs. L'énoncé : « Les planètes décrivent des orbites autour du Soleil » est plus précis que

3. J.W. GOETHE, *Traité des couleurs*, textes choisis et présentés par Paul-Henri Bideau, trad. Henriette Bideau, Triades, Paris, 1973, p. 229. Voir aussi les commentaires de POPPER sur la théorie de l'électricité de Hegel dans *Conjectures et Réfutations*, p. 483.

« Les planètes décrivent des boucles fermées autour du Soleil » et, par conséquent, plus falsifiable. Une orbite ovale falsifierait le premier mais pas le second, alors que toute orbite qui falsifie le second falsifie également le premier. Le falsificationniste préfère le premier. Ainsi préférera-t-il attribuer à la vitesse de la lumière la valeur de $299,8 \cdot 10^6$ mètres par seconde plutôt qu'environ $300 \cdot 10^6$ mètres par seconde, justement parce que la première formulation, plus précise, est plus falsifiable que la seconde.

Les exigences étroitement associées de précision et de clarté de l'expression découlent toutes deux naturellement de la vision falsificationniste de la science.

4. *Falsificationisme et progrès*

Le progrès de la science vu par le falsificationniste peut être résumé de la manière suivante. La science commence par des problèmes, en rapport avec l'explication du comportement de certains aspects du monde ou de l'univers. Les hypothèses falsifiables sont proposées par le scientifique en tant qu'elles apportent des solutions au problème. Les conjectures sont ensuite critiquées et testées. Certaines seront rapidement éliminées. D'autres s'avéreront plus fructueuses. Ces dernières doivent être soumises à une critique encore plus serrée et à des tests. Lorsqu'une hypothèse qui a surmonté avec succès une batterie étendue de tests rigoureux se trouve falsifiée, un nouveau problème surgit, très éloigné il faut l'espérer du problème original résolu. Ce nouveau problème suscite la formulation de nouvelles hypothèses, que suit un renouvellement de la critique et de l'expérimentation. Et le processus se poursuit ainsi indéfiniment. On ne peut jamais dire d'une théorie qu'elle est vraie, même si elle a surmonté victorieusement

des tests rigoureux, mais on peut heureusement dire qu'une théorie actuelle est supérieure à celles qui l'ont précédée au sens où elle est capable de résister à des tests qui avaient falsifié celles qui l'ont précédée.

Avant que nous illustrions cette conception falsificationniste du progrès de la science par quelques exemples, revenons à cette assertion : « La science commence par des problèmes. » Voici quelques problèmes auxquels les scientifiques furent confrontés dans le passé. Comment les chauves-souris sont-elles capables de voler avec tant de dextérité pendant la nuit, alors qu'elles ont des yeux tout petits et très faibles ? Pourquoi la hauteur de mercure d'un simple baromètre est-elle plus faible à haute altitude qu'à basse altitude ? Pourquoi les plaques photographiques du laboratoire de Roentgen étaient-elles noircies en permanence ? Pourquoi le périhélie de la planète Mercure avance-t-il ? Ces problèmes naissent plus ou moins directement d'*observations*. Cette insistance sur le fait que la science commence par des problèmes signifie-t-elle que, pour le falsificationniste tout comme pour l'inductiviste naïf, la science commence par l'observation ? La réponse à cette question est un non ferme. Les observations citées ci-dessus comme des problèmes constitutifs sont problématiques seulement à la lumière d'une théorie. La première est problématique à la lumière de la théorie selon laquelle les organismes vivants « voient » avec leurs yeux ; la seconde était problématique pour les tenants des théories de Galilée parce qu'elle se heurtait à la théorie de la « force du vide » qui leur servait à expliquer pourquoi le mercure ne chute pas dans le tube d'un baromètre ; la troisième était problématique pour Roentgen parce que l'on supposait tacitement à cette époque qu'aucun rayonnement ni émanation d'aucune sorte ne pouvait pénétrer le récipient contenant les plaques photographiques en les noircissant ; la quatrième était problématique parce qu'elle était incompa-

tible avec la théorie de Newton. L'affirmation que la science commence par des problèmes est parfaitement compatible avec le primat de la théorie à la fois sur l'observation et les énoncés d'observation. La science ne commence pas par de l'observation pure.

Nous retournons après cette digression à la conception falsificationniste du progrès de la science comme processus menant des problèmes aux hypothèses spéculatives, à leur critique et à leur falsification éventuelle puis à des problèmes nouveaux. Deux exemples vont illustrer ce point, le premier traite du vol des chauves-souris, le second du progrès de la physique.

Nous commencerons par un problème. Les chauves-souris sont capables de voler avec aisance et à grande vitesse, en évitant les branches des arbres, les fils télégraphiques, les autres chauves-souris; en outre, elles ne volent pratiquement que de nuit. Cela pose un problème car la théorie plausible selon laquelle les animaux, comme les humains, voient avec leurs yeux est apparemment falsifiée. Un falsificationniste essaiera de résoudre ce problème en émettant une conjecture ou hypothèse. Il pourra suggérer que, bien que les chauves-souris soient dotées d'yeux apparemment faibles, elles sont capables, d'une façon qui n'est pas bien comprise, de voir efficacement la nuit en utilisant leurs yeux. L'hypothèse peut alors être testée. Un certain nombre de chauves-souris sont lâchées dans une chambre obscure remplie d'obstacles et on dispose d'un moyen de mesurer leur capacité à éviter ces obstacles. On recommence l'expérience en leur bandant les yeux. Avant de procéder à l'expérience, l'expérimentateur peut faire la déduction suivante. Une prémisse de la déduction est l'hypothèse que l'on peut exprimer explicitement ainsi: « Les chauves-souris sont capables de voler en évitant les obstacles et ne pourraient le faire sans recourir à leurs yeux. » La seconde prémisse est une description du disposi-

tif expérimental qui contient l'énoncé: « Cet ensemble de chauves-souris a les yeux bandés de sorte qu'elles ne puissent plus faire usage de leurs yeux. » De ces deux prémisses l'expérimentateur peut déduire que l'ensemble des chauves-souris ne sera pas capable d'éviter les obstacles efficacement dans l'expérience de laboratoire. On procède à l'expérience et on trouve que la capacité des chauves-souris à éviter les collisions n'a pas été entamée. L'hypothèse a été falsifiée. Il est indispensable de faire preuve d'imagination et d'inventer une nouvelle conjecture, hypothèse ou supposition. Un scientifique pourra suggérer que ce sont les oreilles des chauves-souris qui interviennent pour leur faire éviter les obstacles. On testera l'hypothèse en essayant de la falsifier: on bouchera les oreilles des chauves-souris avant de les lâcher dans le laboratoire. Cette fois on trouve que leur capacité à éviter les obstacles est considérablement amoindrie. L'hypothèse en sort renforcée. Le falsificationniste doit alors essayer de préciser suffisamment cette hypothèse pour qu'elle puisse être falsifiée. On suggère que la chauve-souris entend les échos de ses propres cris rebondissant sur des objets solides, ce que l'on teste en bâillonnant les chauves-souris avant de les lâcher. A nouveau les chauves-souris se cognent contre les obstacles, et l'hypothèse en sort encore une fois renforcée. Il semble bien désormais que le falsificationniste soit sur le point d'accéder à la solution expérimentale du problème qu'il s'est posé, bien qu'il ne considère pas avoir *prouvé* par l'expérience comment les chauves-souris évitent les collisions pendant leur vol. Toute une série de phénomènes peuvent survenir et lui montrer qu'il a fait fausse route. Peut-être la chauve-souris détecte-t-elle en fait les échos non pas avec ses oreilles mais avec des zones sensibles qui leur sont proches, dont le fonctionnement est inhibé quand on lui bouche les oreilles. Ou peut-être les différentes sortes de chauves-souris détectent-elles les obstacles de plusieurs

façons très différentes, de sorte que les chauves-souris utilisées dans l'expérience ne sont pas vraiment représentatives.

Le développement de la physique d'Aristote à Einstein en passant par Newton fournit un autre exemple sur une plus grande échelle. La description falsificationniste de ce développement est la suivante. La physique aristotélicienne a remporté, dans une certaine mesure, de nombreux succès. Elle a réussi à expliquer un grand nombre de phénomènes : la chute des objets lourds au sol (ils rejoignent leur lieu naturel, au centre de l'univers), le fonctionnement des siphons et des pompes élévatrices (dont l'explication est fondée sur l'impossibilité du vide), etc. Mais la théorie d'Aristote a fini par être falsifiée, à de nombreuses reprises. Les pierres lâchées du haut d'un mât dans un bateau en mouvement uniforme tombent sur le pont au pied du mât et non à une certaine distance du mât, comme elle le prédisait. Les lunes de Jupiter tournent autour de Jupiter et non autour de la Terre. Nombre d'autres falsifications s'accumulèrent pendant tout le ^{xvii}^e siècle. La physique de Newton, au contraire, après avoir été créée et développée sur des conjectures comme celles de Galilée et de Newton, se révéla supérieure à la théorie d'Aristote qu'elle remplaça. Si la théorie de Newton était capable de rendre compte de la chute des corps, du fonctionnement des siphons et des pompes élévatrices et tous autres phénomènes déjà expliqués par la théorie d'Aristote, elle pouvait expliquer aussi des phénomènes qui étaient problématiques pour les aristotéliciens. En outre, la théorie de Newton put expliquer des phénomènes qui n'étaient pas pris en compte par la théorie d'Aristote : l'établissement d'une corrélation entre les marées et les positions de la Lune, la variation de la force de gravité avec l'altitude par rapport au niveau de la mer. Pendant deux siècles, la théorie de Newton vogua de succès en succès. Autrement dit, toutes les tentatives pour la

falsifier qui se basaient sur les phénomènes nouveaux qu'elle prédisait furent vouées à l'échec. La théorie conduisit même à la découverte d'une nouvelle planète, Neptune. Mais, en dépit de ses succès, les essais répétés pour la falsifier finirent par aboutir. La théorie de Newton fut falsifiée de plusieurs façons. Elle ne parvint pas à rendre compte dans le détail des particularités de l'orbite de la planète Mercure, ni de la masse variable des électrons à grande vitesse dans les tubes à décharge. Au moment où le ^{xix}^e siècle laissait place au ^{xx}^e, les physiciens étaient confrontés à des problèmes qui appelaient de nouvelles hypothèses spéculatives, conditions de leur surpasement dans le sens du progrès. Einstein fut celui qui releva ce défi. Sa théorie de la relativité parvint non seulement à interpréter les phénomènes qui falsifiaient la théorie de Newton, mais encore à égaler cette dernière là où elle remportait des succès. En outre, la théorie d'Einstein apportait la prédiction de nouveaux phénomènes spectaculaires. La théorie de la relativité restreinte prédisait que la masse dépendait de la vitesse et que la masse et l'énergie pouvaient se transformer l'une en l'autre ; la théorie de la relativité générale prédisait que les rayons lumineux étaient courbés par de forts champs gravitationnels. Les tentatives de réfutation de la théorie d'Einstein sur ces nouveaux phénomènes échouèrent. La falsification de la théorie d'Einstein continue à représenter un enjeu pour les physiciens d'aujourd'hui. S'ils y parviennent, une nouvelle étape sera franchie dans le progrès de la physique.

Voilà comment se présente une analyse typiquement falsificationniste du progrès de la physique. Plus loin, nous donnerons des raisons de mettre en cause son exactitude et sa précision.

Ce qui précède montre clairement que le concept de progrès, de croissance de la science, est une conception qui

est au cœur de la conception falsificationniste. Cette question sera développée au chapitre suivant.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Le texte falsificationniste classique est le livre de Popper, La Logique de la découverte scientifique, trad. Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Payot, 1984. Les contributions de Popper en philosophie des sciences sont présentées dans deux recueils d'articles, Objective Knowledge (Oxford University Press, Oxford, 1972, livre dont les trois premiers chapitres ont été traduits en français par Catherine Bastyns, sous le titre La Connaissance objective, Ed. Complexe, Bruxelles, 1978) et Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique, trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay, Payot, 1985. Le livre de P. Medawar, Induction and Intuition in Scientific Thought (Methuen, Londres, 1969), est également un classique. On trouvera d'autres ouvrages de référence sur le falsificationnisme à la fin du chapitre 5.

5

LE FALSIFICATIONNISME SOPHISTIQUE, LES PRÉDICTIONS NOUVELLES ET LE PROGRÈS DE LA SCIENCE

1. Degré de falsifiabilité relatif plutôt qu'absolu

Au chapitre précédent, nous avons mentionné certaines conditions qu'une hypothèse doit satisfaire pour mériter d'être prise en considération par un scientifique. Une hypothèse doit être falsifiable, elle est d'autant meilleure qu'elle est plus falsifiable, mais elle ne doit cependant pas être falsifiée. Les falsificationnistes plus sophistiqués ont conscience que ces conditions, seules, sont insuffisantes. Il faut une condition supplémentaire pour refléter la nécessité qu'a la science de progresser. Une hypothèse doit être plus falsifiable que celle qu'elle vise à remplacer.

La vision falsificationniste sophistiquée de la science, en mettant l'accent sur le progrès des sciences, déplace l'attention des mérites d'une théorie unique aux mérites relatifs de théories en concurrence. Elle procure une vision dynamique et non statique de la science qui est celle des falsificationnistes les plus naïfs. Plutôt que de se demander si

une théorie est falsifiable, en quoi elle l'est et si elle a été falsifiée, on se posera la question : La théorie proposée peut-elle effectivement remplacer celle qu'elle concurrence ? En général, cette théorie nouvelle sera considérée par les scientifiques comme digne de retenir leur attention si elle est plus falsifiable que sa rivale, en particulier si elle prédit un nouveau type de phénomène que l'ancienne n'avait pas envisagé.

Cette attention portée à la comparaison des degrés de falsifiabilité d'ensembles de théories, qui résulte du fait que la science est un savoir qui croît et qui évolue, permet de contourner un problème technique. Parce qu'il est très difficile de spécifier le degré exact auquel une théorie est falsifiable. Une mesure absolue de la falsifiabilité ne peut être définie simplement en raison du fait que le nombre de facteurs virtuels de falsification d'une théorie est toujours illimité. Ainsi, il est difficile de voir si la réponse à la question « Comment la théorie de Newton est-elle falsifiable ? » a une réponse. D'un autre côté, il est souvent possible de comparer les degrés de falsifiabilité de lois ou de théories. Par exemple, l'énoncé : « Tous les corps s'attirent mutuellement deux à deux avec une force qui varie en raison du carré inverse de la distance qui les sépare » est plus falsifiable que celui-ci : « Les planètes du système solaire s'attirent mutuellement avec une force qui varie en raison du carré inverse de la distance qui les sépare. » Le second est impliqué par le premier. Tout ce qui falsifie le second falsifiera le premier, mais l'inverse n'est pas vrai. Idéalement, le falsificationniste aimerait pouvoir dire qu'un ensemble de théories qui constituent l'évolution historique d'une science est fait de théories falsifiables, chacune étant plus falsifiable que celle qui la précède.

2. Falsifiabilité ascendante et modifications ad hoc

L'exigence que, pour qu'une science progresse, ses théories soient de plus en plus falsifiables, et par suite aient un contenu de plus en plus conséquent et une valeur informative de plus en plus grande, élimine les théories conçues dans le seul but de protéger une théorie d'une falsification menaçante. Une modification dans une théorie, telle que l'ajout d'un postulat supplémentaire ou un changement dans un postulat existant, n'ayant pas de conséquences testables qui n'aient déjà été des conséquences testables de la théorie non modifiée, sera appelée modification *ad hoc*. La suite de cette section consistera en exemples conçus pour expliciter cette notion de modification *ad hoc*. Je considérerai d'abord certaines modifications *ad hoc*, dont le falsificationniste ne voudrait pas, et je les opposerai ensuite à d'autres modifications qui ne sont pas *ad hoc* et que le falsificationniste par conséquent accueillerait à bras ouverts.

Mon premier exemple est quelque peu trivial. Considérons la généralisation « Le pain est nourrissant. » Cette théorie de niveau élémentaire, explicitée avec davantage de détails, revient à affirmer que si le blé pousse de façon normale, s'il est transformé en pain de façon normale et mangé par des êtres humains de façon normale, alors les hommes seront nourris. Cette théorie en apparence inoffensive connut quelques revers lorsqu'il arriva, dans un village de France où le blé poussait normalement et était normalement transformé en pain, que la majorité de ceux qui en mangèrent tombèrent gravement malades et nombre d'entre eux moururent. La théorie « (Tout) le pain nourrit » se trouva falsifiée. On peut la modifier afin d'éviter cette falsification en l'exprimant en ces termes : « (Tout) le pain nourrit, à l'exception de cette fournée particulière de pain produit dans le village français en question. » Cela est une

modification *ad hoc*. La théorie modifiée ne peut être testée d'une façon qui ne soit pas en même temps un test pour la théorie originale. La consommation de pain par n'importe quel être humain constitue un test de la théorie originale, alors que les tests de la théorie modifiée se restreignent à la consommation de pain autre que cette fournée qui conduisit à des résultats si désastreux en France. L'hypothèse modifiée est moins falsifiable que la version originale. Le falsificationniste rejette de tels agissements d'arrière-garde.

L'exemple suivant est moins cruel et plus divertissant. Il est basé sur une conversation qui eut lieu au XVII^e siècle entre Galilée et un adversaire aristotélicien. Ayant soigneusement observé la Lune à travers son télescope récemment inventé, Galilée fut capable d'en déduire que la Lune n'était pas une sphère lisse mais que sa surface était pleine de montagnes et de cratères. Son adversaire aristotélicien dut admettre que les choses apparaissaient de cette façon quand il répéta lui-même l'expérience. Mais ces observations menaçaient une notion fondamentale pour de nombreux aristotéliciens, à savoir que tous les corps célestes sont des sphères parfaites. Face à la falsification apparente, le rival de Galilée défendit son point de vue d'une façon un peu trop visiblement *ad hoc*. Il suggéra qu'il y avait une substance invisible sur la Lune, remplissant les cratères et recouvrant les montagnes de façon que la surface de la Lune restât parfaitement sphérique. Quand Galilée s'enquit de savoir comment on pourrait détecter la présence de cette substance invisible, il se vit répondre qu'il n'existait aucun moyen d'y parvenir. Sans aucun doute, donc, la théorie modifiée n'a conduit à aucune conséquence testable nouvelle et est tout à fait inacceptable pour un falsificationniste. Galilée, exaspéré, réussit à montrer que son rival défendait un point de vue indéfendable, de cette manière spirituelle qui le caractérisait. Il annonça qu'il était prêt à admettre que la substance invisible indétectable existait sur la Lune,

mais prétendit qu'elle n'était pas disposée comme le suggérerait son rival mais s'empilait au sommet des montagnes, de sorte que celles-ci étaient de nombreuses fois plus élevées qu'elles n'apparaissaient dans le télescope. Galilée réussit à faire échouer la manœuvre de son adversaire dans ce jeu stérile consistant à inventer des dispositifs *ad hoc* pour protéger des théories.

Je mentionnerai brièvement un autre exemple d'hypothèses *ad hoc* dans l'histoire des sciences. Avant Lavoisier, la théorie du phlogistique était la théorie admise pour la combustion. Le phlogistique, disait-elle, est émis à partir des substances quand elles sont brûlées. Cette théorie fut menacée quand on découvrit que de nombreuses substances prennent du poids après la combustion. Pour surmonter cette falsification apparente, on suggéra que le phlogistique avait un poids négatif. Puisque cette hypothèse pouvait être testée seulement sur des substances pesantes avant et après la combustion, elle était *ad hoc*. Elle ne conduisait pas à des tests nouveaux.

Les modifications apportées à une théorie en vue de surmonter une difficulté ne sont pas nécessairement *ad hoc*. Voici quelques exemples de modifications qui ne le sont pas, et qui par conséquent sont acceptables pour un falsificationniste.

Retournons à la falsification de l'énoncé « le pain nourrit », pour voir comment on pourrait le modifier d'une façon acceptable, par exemple, en remplaçant la théorie originale falsifiée par l'énoncé : « Tout le pain nourrit sauf celui qui est fait à partir de blé contaminé par une certaine sorte de champignon » (suivi par la spécification du champignon et certaines de ses caractéristiques). Cette théorie modifiée n'est pas *ad hoc* parce qu'elle conduit à de nouveaux tests. Elle est *testable indépendamment*, pour

reprendre les termes de Popper¹. On peut alors lui faire subir le test de présence des champignons dans le blé à partir duquel le pain empoisonné fut fabriqué, en cultivant le champignon sur un blé spécialement préparé et en testant la valeur nourricière du pain produit, par une analyse chimique du champignon visant à détecter la présence de poisons connus, etc. Tous ces tests, parmi lesquels de nombreux ne constituent pas des tests de l'hypothèse originale, peuvent aboutir à falsifier l'hypothèse modifiée. Si l'hypothèse modifiée, plus falsifiable, résiste à la falsification lorsqu'elle subit de nouveaux tests, alors on aura appris quelque chose de nouveau et on aura effectué un progrès.

Tournons-nous maintenant vers l'histoire des sciences pour considérer un exemple moins artificiel : la suite des événements qui amenèrent à découvrir la planète Neptune. Des observations faites au XIX^e siècle des mouvements de la planète Uranus indiquaient que son orbite s'éloignait considérablement de celle prédite par la théorie de la gravitation de Newton, et posaient donc un problème à la théorie. Dans le but de surmonter cette difficulté, il fut suggéré, par Leverrier en France et par Adams en Angleterre, qu'il existait une planète non détectée jusque-là dans le voisinage d'Uranus. L'attraction entre cette planète supposée et Uranus serait responsable de l'écart avec l'orbite initialement prédite. Cette suggestion n'était pas *ad hoc*, comme la suite des événements allait le montrer. Il fut possible d'estimer la distance approximative de la planète hypothétique en la supposant de taille raisonnable et en admettant qu'elle expliquait la déviation de l'orbite d'Uranus. Une fois ces calculs faits, on fut en mesure de soumettre la nouvelle proposition à des tests en inspectant

1. Voir, par exemple, K.R. POPPER, « La préférence pour certaines théories et la recherche de la vérité », in *La Connaissance objective*, trad. Catherine Bastyns. Ed. Complexe, 1978, pp. 23-27 et particulièrement la p. 26.

la région appropriée du ciel au moyen d'un télescope. C'est ainsi que Galle parvint à voir pour la première fois la planète connue aujourd'hui sous le nom de Neptune. Loin d'être *ad hoc*, le pas franchi pour sauver la théorie de Newton de la falsification par l'orbite d'Uranus mena à une nouvelle forme de test de cette théorie, qu'elle réussit à surmonter de façon spectaculaire : il en résulta un progrès.

3. La confirmation vue par les falsificationnistes

Lorsque, au chapitre précédent, je présentais le falsificationisme comme une alternative à l'inductivisme, je disais que les falsifications, c'est-à-dire le fait que les théories ne réussissent pas à surmonter les tests d'observation et d'expérience, avaient une importance primordiale. J'y montrais que la logique est ainsi faite qu'elle permet d'établir que les théories sont fausses mais non qu'elles sont vraies, à la lumière des énoncés d'observation disponibles. J'y insistais également sur le fait que la science devait progresser en proposant des conjectures audacieuses, hautement falsifiables, pour tenter de résoudre des problèmes, conjectures qui devaient être suivies de tentatives impitoyables de falsifier les nouvelles propositions. En outre, je proposais de considérer que les avancées significatives dans la science se produisent lorsque ces théories audacieuses sont falsifiées. Popper, qui se déclare lui-même falsificationniste, dit la même chose dans le passage cité p. 67, où c'est lui qui souligne. Cependant, il serait trompeur de fixer son attention exclusivement sur les instances falsifiantes, car on aboutirait à une représentation erronée de la position falsificationniste la plus sophistiquée. On en trouve une belle illustration dans l'exemple qui termine la section précédente. La tentative de sauver la théorie de Newton par une

hypothèse spéculative, pouvant donner lieu de façon indépendante à un test, se révéla un succès parce que l'hypothèse fut confirmée par la découverte de Neptune et non parce qu'elle fut falsifiée.

C'est une erreur de considérer que le fait que des conjectures audacieuses, hautement falsifiables, soient falsifiées, représente des moments d'avancée significative dans la science². Elle apparaît clairement lorsque l'on aborde divers cas extrêmes. D'un côté, les théories prennent la forme de conjectures audacieuses, hasardeuses, alors que, de l'autre, elles sont des conjectures prudentes, et leurs énoncés ne semblent pas contenir des risques significatifs. Si l'une ou l'autre de ces conjectures échoue à un test d'observation ou d'expérience, elle sera falsifiée, alors que si elle surmonte un tel test, on dira qu'elle est *confirmée*³. Les progrès significatifs ont lieu lors de la *confirmation* de conjectures audacieuses ou de la *falsification* de conjectures prudentes. Dans ce dernier cas, elles auront une grande valeur informative et elles constitueront une contribution décisive au savoir scientifique, parce qu'elles marqueront la découverte d'un phénomène inédit ou considéré comme improbable. La découverte de Neptune ou des ondes radio et la confirmation par Eddington de la prédiction hasardeuse faite par Einstein de la courbure des rayons lumineux dans les champs gravitationnels en sont des illustrations. Des prédictions risquées ont été confirmées. La falsification de conjectures prudentes apporte une information parce qu'elle établit que ce qui était considéré comme vrai de façon non problématique est en réalité faux. La démonstration par Russell de l'incohérence de la théorie naïve des

2. Pour une discussion détaillée de ce point, voir A.F. CHALMERS, « On Learning from our Mistakes », *British Journal for the Philosophy of Science*, 24 (1973), pp. 164-173.

3. Cet usage du terme « confirmé » ne doit pas être confondu avec celui selon lequel une théorie est dite confirmée quand sa vérité a été prouvée ou établie.

modèles, fondée sur des propositions qui semblaient triviales, est un exemple de falsification fructueuse d'une conjecture apparemment sans risque. Au contraire, la *falsification* d'une conjecture *audacieuse* ou la *confirmation* d'une conjecture *prudente* nous apprennent peu. Quand une conjecture audacieuse est falsifiée, on apprend que l'on a prouvé qu'une nouvelle idée folle est fausse, et c'est tout. La falsification de l'hypothèse de Kepler que la distance entre les orbites planétaires pouvait s'expliquer au moyen des cinq solides réguliers de Platon n'est pas à marquer d'une pierre blanche sur la voie des progrès essentiels accomplis en physique. De façon analogue, on n'apprend pas grand-chose lorsqu'une hypothèse prudente se trouve confirmée. Cela ne fait qu'indiquer qu'une théorie bien établie et allant de soi a été appliquée avec succès une fois de plus. Par exemple, la conjecture selon laquelle du fer extrait selon un procédé nouveau se dilate lorsqu'on le chauffe, comme le fer de toute autre origine, restera sans grandes conséquences.

Le falsificationniste souhaite éliminer les hypothèses *ad hoc*; il favorise les hypothèses audacieuses qu'il voit comme des possibilités de dépassement des théories falsifiées. Ces hypothèses audacieuses mèneront à des prédictions nouvelles, qui pourront être testées, sans ressortir de la théorie originale falsifiée. Cependant, si une hypothèse est digne d'être prise en considération parce qu'elle rend possibles de nouveaux tests, elle ne sera pas assimilée à une amélioration sur la théorie problématique qu'elle est censée remplacer tant qu'elle n'a pas surmonté victorieusement au moins quelques tests. Cela revient à dire que la théorie nouvelle et audacieuse qui est proposée, avant de pouvoir être considérée comme digne de remplacer la théorie falsifiée, doit faire des prédictions nouvelles qui sont confirmées. De nombreuses spéculations énoncées sauvagement et sans le moindre garde-fou ne surmonteront pas les tests qu'on leur

fera passer et ne pourront donc être comptées au rang des contributions à la croissance du savoir scientifique. Une spéculation sauvage et précipitée qui, une fois n'est pas coutume, conduirait à une prédiction nouvelle qui paraissait impensable sera par là même élevée au rang de fait marquant dans l'histoire du progrès de la science. Les *confirmations* de prédictions nouvelles résultant de conjectures audacieuses ont une très grande importance pour les falsificationnistes.

4. *Audace, nouveauté et savoir acquis* (background knowledge)

Les adjectifs « audacieuses » et « nouvelles » appliqués respectivement aux hypothèses et aux prédictions méritent un développement supplémentaire. Ces deux notions sont historiquement relatives. Une conjecture audacieuse à une certaine époque de l'histoire des sciences peut perdre ce caractère à une époque ultérieure. Quand Maxwell proposa sa « théorie dynamique du champ électromagnétique » en 1864, c'était une conjecture audacieuse, parce qu'elle entraînait en conflit avec les théories généralement acceptées à l'époque, fondées sur une interaction instantanée entre les systèmes électromagnétiques (aimants, corps chargés, conducteurs porteurs de charge, etc.) dans l'espace vide et sur une vitesse finie de propagation des effets électromagnétiques seulement à travers les substances matérielles. La théorie de Maxwell contredisait ces hypothèses généralement acceptées parce qu'elle prédisait que la lumière est un phénomène électromagnétique et en outre, comme on le mit en évidence par la suite, que les courants oscillants émettaient une forme nouvelle de rayonnement, les ondes

radio, se propageant à vitesse finie à travers l'espace vide. Ainsi, en 1864, la théorie de Maxwell était audacieuse et la prédiction de l'existence des ondes radio qui en résultait était une prédiction *nouvelle*. Aujourd'hui, le fait que la théorie de Maxwell donne une description précise du comportement d'un vaste ensemble de systèmes électromagnétiques fait partie du corpus généralement accepté du savoir scientifique, et les énoncés portant sur l'existence et les propriétés des ondes radio ne sont plus à ranger parmi les prédictions nouvelles.

Si nous appelons le complexe des théories scientifiques généralement acceptées et bien établies à une étape de développement historique de la science le *savoir acquis* (*background knowledge*) de cette époque, nous pouvons dire qu'une conjecture est audacieuse si ses affirmations apparaissent en porte à faux par rapport au savoir acquis contemporain. La théorie de la relativité générale d'Einstein était audacieuse en 1915 parce que l'hypothèse que la lumière se déplace en ligne droite faisait partie du savoir acquis de l'époque, ce qui entraînait en contradiction avec une conséquence de la relativité générale, la courbure des rayons lumineux dans des champs gravitationnels intenses. L'astronomie de Copernic était audacieuse en 1543 parce qu'elle entraînait en conflit avec l'hypothèse acquise de l'immobilité de la Terre au centre de l'univers. On ne la considère plus aujourd'hui comme audacieuse.

De la même façon que l'on qualifie d'audacieuses ou de tout autre terme les conjectures en référence au savoir acquis qui leur correspond, on qualifiera les prédictions de nouvelles si elles intègrent un phénomène qui soit ne fait pas partie du savoir acquis de l'époque, soit en est explicitement exclu. La prédiction de Neptune en 1846 était nouvelle parce que le savoir acquis de cette époque ne contenait aucune référence à cette planète. La prédiction que Poisson déduisit en 1818 de la théorie ondulatoire de la lumière de

Fresnel, à savoir qu'une tache brillante devait être observée au centre de l'une des faces d'un disque opaque convenablement éclairé sur l'autre face, était nouvelle parce que l'existence de cette tache brillante était niée par la théorie corpusculaire de la lumière constituant une partie du savoir acquis de l'époque.

La section précédente contenait l'idée que les contributions décisives à la croissance du savoir scientifique se produisent soit lors de la confirmation d'une conjecture audacieuse, soit lors de la falsification d'une conjecture prudente. La notion de savoir acquis montre que ces deux aspects peuvent être liés et résulter d'une expérience unique. Le savoir acquis est fait d'hypothèses précisément parce qu'il s'agit d'un savoir bien établi, et considéré comme non problématique. La confirmation d'une conjecture audacieuse se traduit par une falsification d'une partie du savoir acquis, celui par rapport auquel cette conjecture a été audacieuse.

5. Comparaison des points de vue inductiviste et falsificationiste sur la confirmation

Nous avons vu que la confirmation joue un rôle important dans la science, dans l'optique qui est celle du falsificationiste sophistiqué. Ce n'est pas pour autant que l'étiquette de « falsificationisme » doive être abandonnée. Le falsificationiste sophistiqué continue à affirmer que les théories peuvent être falsifiées et rejetées tout en niant la possibilité d'établir leur vérité ou leur vérité probable. La science consiste à falsifier des théories et à les remplacer par des meilleures, qui ont une plus grande capacité à résister aux tests. Les confirmations de théories nouvelles sont

importantes dans la mesure où elles sont une preuve que la nouvelle théorie constitue une amélioration de celle qu'elle remplace ; cette dernière, qui a été falsifiée par ce qui a été découvert au moyen de la nouvelle théorie, par là même, la confirme. Une fois qu'une théorie nouvelle audacieuse a réussi à chasser sa rivale, elle devient à son tour la cible de nouveaux tests intransigeants, qui sont basés sur des théories ultérieures, elles-mêmes fondées sur de nouvelles conjectures audacieuses.

La vision falsificationiste de la confirmation diffère notablement de la vision inductiviste en raison de l'accent que met la première sur le procès de développement de la science. Selon le point de vue inductiviste décrit au chapitre 1, la signification de certaines instances qui confirment une théorie est déterminée seulement par la relation logique entre des énoncés d'observation confirmés et la théorie en question. L'observation de Neptune par Galle ne renforce pas plus la théorie de Newton que toute observation actuelle de Neptune. Le contexte historique où se fait la preuve ne compte pas. Les instances de confirmation possèdent cette caractéristique si elles appuient inductivement une théorie, et plus elles sont nombreuses, plus la théorie est renforcée et plus elle a de chances d'être vraie. Cette théorie ahistorique de la confirmation semble avoir pour conséquence fâcheuse de considérer les innombrables observations faites sur des pierres qui tombent, les positions des planètes, etc., comme une activité scientifique intéressante en ce qu'elles conduisent à augmenter l'estimation de la probabilité de vérité de la loi de la gravitation.

Cela contraste fortement avec le point de vue falsificationiste, qui fait varier le sens des confirmations avec le contexte historique dans lequel elles se produisent. Une confirmation donnera ses lettres de noblesse à une théorie si elle résulte du test d'une prédiction nouvelle. Autrement dit, une confirmation sera jugée significative si le savoir acquis

contemporain rendait jusque-là son avènement improbable. Les confirmations qui sont des conclusions passées ne sont pas significatives. Si je confirme aujourd'hui la théorie de Newton en faisant chuter une pierre vers le sol, je ne fais aucune contribution valable en matière scientifique. En revanche, si demain je confirme une théorie spéculative affirmant que l'attraction gravitationnelle entre deux corps dépend de leur température, falsifiant ainsi la théorie de Newton, j'aurai fait une contribution significative à la connaissance scientifique. La théorie de la gravitation de Newton et certaines de ses limitations font partie intégrante du savoir acquis, alors que la dépendance de l'attraction gravitationnelle par rapport à la température n'en fait pas partie. Cela est un argument supplémentaire à verser en faveur de la perspective historique introduite par les falsificationnistes dans la confirmation. Hertz confirma la théorie de Maxwell lorsqu'il détecta les premières ondes radio. Je confirme également la théorie de Maxwell chaque fois que j'écoute la radio. Il s'agit dans les deux cas d'une situation logique similaire : la théorie prédit que les ondes radio doivent être détectées et le fait de les détecter constitue un soutien inductif à la théorie. Mais, alors que la renommée de Hertz tient à sa découverte de cette confirmation, les fréquentes confirmations que je fais sont ignorées à juste titre par la science. Hertz a le mérite d'avoir accompli un grand pas en avant. Quand j'écoute la radio, ce n'est qu'une façon de passer le temps. Le contexte historique fait toute la différence.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

J'ai déjà mentionné les écrits de Popper comme des textes de base sur le falsificationisme. Ses livres traitant particulièrement de la

croissance de la science sont Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique (trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay, Payot, 1985), chap. 10, et Objective Knowledge (Oxford University Press, Oxford, 1972), ch. 5 et 7. Feyerabend a écrit des articles dans l'optique du falsificationisme le plus sophistiqué. On se référera en particulier à « Explanation, Reduction and Empiricism », in Scientific Explanation, Space and Time, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 3, H. Feigl et G. Maxwell éd. (University of Minnesota Press, Minneapolis, 1952), pp. 27-92, et « Problems of Empiricism », in Beyond the Edge of Certainty, R. Colodny éd. (Prentice Hall, New York, 1965), pp. 45-260. I. Lakatos présente les différentes étapes du programme falsificationiste et leur relation avec le programme inductiviste dans « Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs », in Criticism and the Growth of Knowledge, I. Lakatos et A. Musgrave éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), pp. 91-196, et il applique le concept falsificationiste de croissance aux mathématiques dans « Proofs and Refutations », British Journal for the Philosophy of Science, 14 (1963-1964) pp. 1-25, 120-139, 221-342. On trouvera une discussion intéressante sur la croissance de la science dans Noretta Koertge, « Theory Change in Science », in Conceptual Change, G. Pearce et P. Maynard éd. (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1973), pp. 167-198; S. Amsterdamski, Between Science and Metaphysics (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1975); et H.R. Post, « Correspondence, Invariance and Heuristics », Studies in History and Philosophy of Science, 2 (1971), pp. 213-255.

LES LIMITES DU FALSIFICATIONISME

1. *La dépendance de l'observation par rapport à la théorie et la faillibilité des falsifications*

Pour le falsificationiste de l'espèce naïve, le but de l'activité scientifique consiste à s'efforcer de falsifier des théories en établissant comme vrais des énoncés d'observation qui les contredisent. Le falsificationiste d'une espèce plus sophistiquée ne partage pas ce point de vue, car il fait jouer un rôle important à la confirmation de théories spéculatives ainsi qu'à la falsification de théories bien établies. Ce qu'ils ont cependant tous les deux en commun, c'est la différence qualitative importante qu'ils établissent entre le statut des confirmations et celui des falsifications. Si on réussit à falsifier les théories au moyen d'un argument adapté, on ne parviendra jamais à établir leur vérité ni même une quelconque probabilité de vérité. Accepter une théorie se fait toujours avec un certain degré d'incertitude; le rejet d'une théorie est un acte décisif. C'est de là que les falsificationistes tirent leur titre.

Les thèses falsificationistes souffrent du fait que les énoncés d'observation dépendent d'une théorie et sont faillibles. Cela peut être immédiatement mis en lumière en rappelant le raisonnement logique invoqué par les falsificationistes à l'appui de leur thèse. Si l'on dispose d'énoncés d'observation vrais, *alors* on peut en déduire logiquement la fausseté de certains énoncés universels, mais on ne peut en déduire la vérité d'aucun énoncé universel. Ce raisonnement est irrécusable, mais il est fondé sur l'hypothèse que nous disposons d'énoncés d'observation parfaitement sûrs. Or cela ne se produit jamais, comme nous l'avons longuement exposé au chapitre 3. Tous les énoncés d'observation sont faillibles. Par conséquent, si un énoncé universel ou une série d'énoncés universels constituant une théorie ou une partie d'une théorie entre en conflit avec un énoncé d'observation, il est possible que ce soit l'énoncé d'observation qui soit fautif. La logique n'impose pas de rejeter systématiquement la théorie en cas de conflit avec l'observation. On peut rejeter un énoncé d'observation faillible, tout en maintenant la théorie faillible avec laquelle il entre en conflit. C'est précisément ce qui s'est produit lorsque l'on a retenu la théorie de Copernic tout en rejetant un fait incompatible avec la théorie que l'on avait observé à l'oeil nu, à savoir que la taille de Vénus ne change pas de façon significative au cours de l'année. C'est encore ce qui se passe lorsque l'on retient les descriptions modernes de la trajectoire de la Lune et que l'on considère comme une illusion le fait que la Lune proche de l'horizon est beaucoup plus grande lorsqu'elle est haute dans le ciel, même si l'on ne comprend pas bien la cause de l'illusion. La science abonde en exemples de rejets d'énoncés d'observation et en maintiens de théories avec lesquelles ils entrent en conflit. On ne peut éliminer la possibilité que de nouvelles avancées théoriques révèlent des

inadéquations dans un énoncé, aussi solidement ancré sur l'observation puisse-t-il paraître. En bref, il n'existe donc pas de falsifications concluantes.

2. La défense inadéquate de Popper

Popper était déjà conscient du problème discuté dans la section 1 à l'époque où il publia la première version allemande de son livre *La Logique de la découverte scientifique*. Dans le chapitre V de ce livre, intitulé « Le problème de la base empirique », il exposait une conception de l'observation et des énoncés d'observation qui prenait en compte le fait que les énoncés d'observation infaillibles ne sont pas donnés directement par nos perceptions sensorielles. Je présenterai d'abord son point de vue, pour montrer ensuite qu'il n'épargne pas au falsificationnisme les objections soulevées dans la section 1.

La position de Popper met en relief la distinction importante que l'on peut faire entre les énoncés d'observation publics d'une part et les expériences de perception privées de chaque observateur de l'autre. Ces dernières sont dans un certain sens « données » aux individus dans l'acte d'observer, mais il n'y a pas de passage direct de ces expériences privées (qui dépendent de facteurs particuliers à chaque observateur individuel ses attentes, son savoir préalable, etc.) à un énoncé d'observation qui vise à décrire la situation observée. Un énoncé d'observation, exprimé en termes « publics », pourra être soumis à des tests qui en permettront la modification et le rejet. Des observateurs, pris individuellement, peuvent accepter ou refuser un énoncé d'observation particulier. Leur *décision* en la matière sera *motivée*

en partie par des expériences perceptives adaptées, mais aucune expérience perceptive vécue par un individu ne suffira à établir la validité d'un énoncé d'observation. Un observateur peut être conduit à accepter un énoncé d'observation sur la base d'une perception, énoncé qui pourtant pourra se révéler faux.

Voici quelques exemples qui l'illustrent. « Les lunes de Jupiter sont visibles au moyen d'un télescope » et « les étoiles sont carrées et vivement colorées » sont des énoncés d'observation publiquement reconnus. Le premier peut être attribué à Galilée ou à l'un de ses partisans, et le second se trouve dans les carnets de Kepler. Ces deux énoncés sont publics, au sens où ils peuvent être soutenus et critiqués par toute personne qui en a l'opportunité. La décision des galiléens de défendre le premier était motivée par les expériences de perception qui accompagnaient leurs observations de Jupiter au télescope, et la décision de Kepler de consigner le second était de la même façon fondée sur ses expériences de perception quand il pointait un télescope vers le ciel. Ces deux énoncés d'observation peuvent être soumis à des tests. Les adversaires de Galilée ont mis l'accent sur le fait que ce que Galilée interpréta comme des lunes était en réalité des aberrations imputables au fonctionnement du télescope. Galilée défendit la visibilité des lunes de Jupiter en affirmant que, si les lunes étaient des illusions, alors on devrait en voir apparaître également au voisinage d'autres planètes. Le débat public continua, et, dans ce cas particulier, l'amélioration des télescopes et le développement de la théorie optique aidant, l'énoncé d'observation portant sur les lunes de Jupiter survécut à ses détracteurs. La majorité des scientifiques finit par accepter cet énoncé. Au contraire, l'énoncé de Kepler portant sur la forme et la couleur des étoiles ne survécut

pas à la critique et aux tests. Il ne tarda pas à être rejeté.

L'essence de la position de Popper sur les énoncés d'observation est que leur acceptabilité se juge à leur capacité à survivre aux tests. Ceux qui échouent aux tests suivants sont rejetés, alors que ceux qui survivent à tous les tests auxquels ils sont soumis sont retenus à l'essai. Dans son premier ouvrage au moins, Popper fait jouer un rôle important aux décisions des individus et des groupes d'accepter ou de rejeter ce que j'ai appelé les énoncés d'observation, et ce que Popper appelle les « énoncés de base ». Ainsi écrit-il : « Notre acceptation des énoncés de base résulte d'une décision ou d'un accord, et à cet égard ces énoncés sont des conventions¹ », et encore une fois :

Il n'y a qu'une manière de garantir la validité d'une chaîne de raisonnements logiques, c'est de lui donner la forme sous laquelle on pourra le plus facilement la soumettre à des tests [...]. Si alors quelqu'un émet encore des doutes, nous ne pouvons que lui demander de désigner une erreur dans les étapes de la démonstration ou de réexaminer la question. S'il rejette finalement l'énoncé, il ne nous satisfera pas en nous racontant tout ce qui concerne les sentiments de doute ou de conviction que suscitent en lui ses perceptions. Ce qu'il doit faire, c'est formuler un énoncé qui contredise le nôtre et nous donner ses instructions pour qu'il soit soumis à des tests. S'il n'y parvient pas, il ne nous reste plus qu'à lui demander de considérer une nouvelle fois notre expérience, plus prudemment peut-être, et d'y réfléchir à nouveau².

L'importance que Popper accorde aux décisions conscientes des individus introduit un élément subjectif qui contraste avec sa caractérisation ultérieure de la

1. K.R. POPPER, *La Logique de la découverte scientifique*, trad. Nicole Thyssen Rutten et Philippe Devaux, Payot, Paris, 1984, p. 105.

2. *Ibid.*, pp. 98-99.

science comme « un procès sans sujet ». Ce point sera développé de façon plus détaillée dans les chapitres suivants. Pour l'instant, je m'en tiens à reformuler la position de Popper sur les énoncés d'observation d'une façon moins subjective : un énoncé d'observation est acceptable, à titre d'essai, à une étape particulière du développement d'une science, s'il parvient à résister à tous les tests permis par l'état du développement de la science à cette étape.

Du point de vue poppérien, les énoncés d'observation qui forment la base sur laquelle on peut évaluer le mérite d'une théorie scientifique sont eux-mêmes faillibles. Popper met ce point en relief avec une métaphore frappante :

La base empirique de la science objective ne comporte donc rien d'« absolu ». La science ne repose pas sur une base rocheuse. La structure audacieuse de ses théories s'édifie en quelque sorte sur un marécage. Elle est comme une construction bâtie sur pilotis. Les pilotis sont enfoncés dans le marécage mais pas jusqu'à la rencontre de quelque base naturelle ou « donnée » et, lorsque nous cessons d'essayer de les enfoncer davantage, ce n'est pas parce que nous avons atteint un terrain ferme. Nous nous arrêtons, tout simplement, parce que nous sommes convaincus qu'ils sont assez solides pour supporter l'édifice, du moins provisoirement³.

Mais ce qui affaiblit le point de vue falsificationniste tient précisément au fait que les énoncés d'observation sont faillibles et que leur acceptation ne peut avoir lieu qu'à titre d'essai et qu'elle est sujette à révision. Les théories ne peuvent être falsifiées de façon convaincante parce que les énoncés d'observation qui forment la base

3. *Ibid.*, p. 111.

de la falsification peuvent eux-mêmes se révéler faux à la lumière de développements ultérieurs. Le savoir disponible au temps de Copernic n'a pas permis de critiquer légitimement l'observation de la stabilité des dimensions apparentes de Mars et Vénus, de sorte que l'on aurait pu estimer que la théorie de Copernic, prise à la lettre, était faussifiée par l'observation. Cent ans plus tard, les nouveaux développements de l'optique auraient dû annuler la falsification.

Il ne peut y avoir de falsifications convaincantes en raison de l'absence de la base observationnelle parfaitement sûre dont elles dépendent.

3. La complexité des situations de tests réalistes

L'assertion « tous les cygnes sont blancs » est faussifiée à coup sûr si l'on peut établir qu'il existe un cygne qui n'est pas blanc. Mais ce type d'illustration simplifiée de la logique de la falsification dissimule une sérieuse difficulté pour le falsificationisme qui tient à la complexité de toute situation de test réel. Une théorie scientifique réaliste est faite d'une série d'énoncés universels et non d'un énoncé unique tel que « tous les cygnes sont blancs ». De plus, étant donné qu'une théorie doit être soumise à un test expérimental, il faut recourir à quelque chose de plus que les énoncés constitutifs de la théorie en question : les hypothèses auxiliaires, que sont par exemple les lois et les théories gouvernant l'utilisation des instruments utilisés. En outre, pour déduire une prédiction dont la validité doit être testée expérimentalement, on sera amené à ajouter des conditions initiales, comme la description du dispositif expérimental. Par exemple, supposons que l'on teste une théorie astronomique en observant la position

d'une planète au moyen d'un télescope. La théorie doit prédire l'orientation qu'il faut donner au télescope pour voir la planète à un instant donné. Les prémisses d'où la prédiction est tirée comprennent le réseau d'énoncés qui constitue la théorie à tester, les conditions initiales que sont les positions précédentes de la planète et du Soleil, des hypothèses auxiliaires comme celles qui indiquent les corrections à effectuer pour tenir compte de la réfraction de la lumière de la planète dans l'atmosphère terrestre, etc. Et si la prédiction qui découle de cet enchevêtrement de prémisses se révèle fausse (dans notre exemple, si la planète n'apparaît pas dans la position prévue), alors nous serons logiquement autorisés à conclure qu'une au moins des prémisses doit être fausse. Cela ne nous donne pas le moyen d'identifier laquelle des prémisses est erronée. C'est la théorie à tester qui peut être prise en défaut, mais la prédiction incorrecte vient peut-être d'une hypothèse auxiliaire ou de quelque partie de la description des conditions initiales. Ainsi, il est impossible de falsifier une théorie de façon probante, parce que l'on ne peut éliminer la possibilité que l'échec de la prédiction provienne de n'importe quelle partie de la situation complexe soumise à test, autre que la théorie elle-même.

L'histoire de l'astronomie est riche en exemples qui illustrent ce point.

Dans un exemple cité plus haut, nous avons vu que la théorie de Newton fut apparemment réfutée par l'orbite de la planète Uranus. Or, ce n'était pas la théorie qui était en défaut, mais la description des conditions initiales, qui omettait de considérer la présence de la planète Neptune qui restait à découvrir. Un deuxième exemple nous est fourni par l'argument de l'astronome danois Tycho Brahé qui affirmait avoir réfuté la théorie copernicienne quelques dizaines d'années après sa publi-

cation. Si la Terre tourne en orbite autour du Soleil, disait Brahé, alors la direction dans laquelle on observe une étoile fixe à partir de la Terre doit varier au cours de l'année pendant que la Terre se déplace d'une face du Soleil à une autre. Mais les tentatives de Brahé de détecter cette parallaxe prévue au moyen de ses instruments, les plus sensibles et les plus précis qui existaient à son époque, se soldèrent par un échec. Brahé fut ainsi amené à conclure que la théorie copernicienne était fausse. Avec le recul, on s'aperçoit que la prédiction erronée provient non pas de la théorie de Copernic, mais de l'une des hypothèses auxiliaires de Brahé. Son estimation de l'ordre de grandeur de la distance des étoiles fixes était bien trop sous-évaluée. Lorsqu'on lui substitua une valeur plus réaliste, on se rendit compte que la parallaxe prévue était beaucoup trop faible pour avoir pu être détectée par les instruments de Brahé.

Un troisième exemple nous est donné par cette histoire inventée par Lakatos :

C'est l'histoire d'un cas imaginaire de comportement déviant d'une planète. Un physicien de l'ère pré-einsteinienne prend comme point de départ la mécanique newtonienne et sa loi de la gravitation, N , des conditions initiales I , et calcule la trajectoire d'une petite planète nouvellement découverte, p . Mais la planète dévie de la trajectoire calculée. Notre physicien newtonien va-t-il considérer que cette déviation, interdite par la théorie de Newton, une fois établie, réfute la théorie N ? Non. Il suggère qu'il doit y avoir une planète p' jusqu'ici inconnue, qui perturbe la trajectoire de p . Il calcule la masse, l'orbite, etc., de cette planète hypothétique et demande ensuite à un astronome expérimentateur de tester son hypothèse. La planète p' est si petite que même les télescopes les plus puissants dont on dispose n'ont aucune chance de l'observer; l'astronome expérimentateur rédige une demande de crédits de recherche dans le but d'en

construire un plus gros encore. En trois ans, le nouveau télescope est prêt. Si l'on découvrait effectivement la nouvelle planète p' , ce fait devrait être célébré comme une nouvelle victoire de la science newtonienne. Mais tel n'est pas le cas. Notre savant va-t-il abandonner la théorie de Newton et son hypothèse d'une planète perturbatrice? Non. Il suggère qu'un nuage de poussière cosmique nous cache la planète. Il calcule la position et les propriétés de ce nuage et demande des crédits de recherche pour envoyer un satellite tester ses calculs. Si les instruments du satellite (peut-être de nouveaux, fondés sur une théorie peu testée) avaient enregistré l'existence du nuage supposé, le résultat aurait été acclamé comme une éclatante victoire de la science newtonienne. Mais on ne trouve pas ce nuage. Notre savant va-t-il abandonner la théorie de Newton en même temps que l'idée d'une planète perturbatrice et d'un nuage qui la cache? Non. Il suggère l'existence d'un champ magnétique dans cette région de l'univers qui perturbe les instruments du satellite. Un nouveau satellite est envoyé. Si on trouvait le champ magnétique, les newtoniens célébreraient une victoire sensationnelle. Mais ce n'est pas le cas. Est-ce considéré comme une réfutation de la science newtonienne? Non. Soit on avance une autre hypothèse auxiliaire ingénieuse, soit... on enterre toute cette histoire dans les volumes poussiéreux de périodiques et l'on n'en entend plus jamais parler⁴.

Cette histoire, si on la considère comme plausible, illustre comment une théorie peut toujours être protégée de la falsification en déviant la falsification sur toute autre partie d'un nœud complexe d'hypothèses.

4. I. LAKATOS, « Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes », in *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), pp. 100-101.

4. Les raisons historiques de l'inadéquation du falsificationisme

Il est un fait historique embarrassant pour les falsificationnistes : si les scientifiques avaient adhéré strictement à leurs principes méthodologiques, les théories que l'on considère généralement comme les plus beaux exemples de théories scientifiques n'auraient jamais pu être développées, car elles auraient été rejetées dès leurs premiers balbutiements. Pour n'importe quelle théorie scientifique classique, que ce soit au moment de sa formulation ou à une époque ultérieure, on peut trouver des comptes rendus d'observation, généralement acceptés à l'époque, qui furent jugés contradictoires avec la théorie. Ces théories n'ont pourtant pas été rejetées, et il est heureux pour la science qu'il en ait été ainsi. En voici quelques exemples dans l'histoire.

Dans les années qui suivirent sa formulation, la théorie de la gravitation de Newton fut falsifiée par des observations de l'orbite de la Lune. Cinquante ans environ s'écoulèrent avant que l'on écarte cette falsification en la mettant au compte d'autres facteurs que de la théorie newtonienne. Plus tard, cette même théorie se révéla en désaccord avec les valeurs précises trouvées pour la trajectoire de la planète Mercure, et les savants ne l'abandonnèrent pas pour autant. Pourtant on ne parvint jamais à expliquer cette falsification d'une façon qui aurait préservé la théorie de Newton.

Un deuxième exemple, dû à Lakatos, concerne la théorie de l'atome de Bohr⁵. Les premières versions de la théorie étaient contradictoires avec l'observation que certains éléments sont stables pendant une durée légèrement supérieure à 10^{-8} secondes. Selon la théorie, des

5. *Ibid.*, pp. 140-154.

électrons chargés négativement gravitent autour de noyaux chargés positivement. Mais, selon la théorie électromagnétique classique présumée par la théorie de Bohr, les électrons en orbite doivent émettre un rayonnement. Ce rayonnement devrait se traduire par le fait qu'un électron en orbite perd de l'énergie et finit par disparaître à l'intérieur du noyau. Les détails quantitatifs donnés par l'électromagnétisme classique fournissent une durée estimée à environ 10^{-8} secondes pour cette désintégration. Heureusement, Bohr maintint sa théorie, en dépit de cette falsification.

Un troisième exemple porte sur la théorie cinétique et a l'intérêt d'avoir été reconnu explicitement par son créateur, dès la formulation de la théorie. Lorsque Maxwell publia la première version détaillée de la théorie cinétique des gaz en 1859, il reconnaissait dans cet article que la théorie était falsifiée par les mesures faites sur les chaleurs spécifiques des gaz⁶. Dix-huit ans plus tard, il écrivit, en commentant les conséquences de la théorie cinétique :

Certaines d'entre elles, sans doute, nous semblent très satisfaisantes dans l'état actuel de notre savoir sur la constitution des corps, mais il y en a d'autres qui pourraient bien nous mener finalement de toutes ces hypothèses dans lesquelles nous avons jusqu'ici trouvé refuge vers cette ignorance parfaitement consciente, prélude à toute avancée réelle du savoir⁷.

Tous les développements importants qui furent faits au

6. J.C. MAXWELL, « Illustrations of the Dynamical Theory of Gases », lu devant la British Association en 1859 et republié dans *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, 2 vol., W.D. Niven éd., Dover, New York, 1965, vol. 1, pp. 337-409. Voir en particulier le dernier paragraphe de l'article.

7. J.C. MAXWELL, « The Kinetic Theory of Gases », *Nature*, 16 (1877), pp. 245-246.

sein de la théorie cinétique eurent lieu à partir de cette falsification. Une fois encore, on se félicitera de ce que la théorie n'ait pas été abandonnée à cause des falsifications nées des mesures des chaleurs spécifiques des gaz, comme l'aurait souhaité au moins le falsificationiste naïf.

Un quatrième exemple, la révolution copernicienne, sera étudié de façon plus détaillée dans la section suivante. Cet exemple montre les difficultés que rencontre le falsificationiste lorsqu'il prend en compte les complexités des changements théoriques majeurs. Cet exemple nous permettra ensuite d'absorber certaines tentatives plus récentes et plus pertinentes pour caractériser l'essence de la science et ses méthodes.

5. *La révolution copernicienne*

Dans l'Europe médiévale, on admettait généralement que la Terre se trouvait au centre d'un univers fini et que le Soleil, les planètes et les étoiles gravitaient autour d'elle. La physique et la cosmologie qui constituaient le cadre de cette astronomie étaient fondamentalement les mêmes que celles développées par Aristote au IV^e siècle avant J.-C. Au second siècle après J.-C., Ptolémée avait inventé un système astronomique détaillé qui précisait les orbites de la Lune, du Soleil et de toutes les planètes.

Dans les premières décennies du XVI^e siècle, Copernic conçut une astronomie nouvelle, dans laquelle la Terre était en mouvement, et qui entraînait en conflit avec les systèmes aristotélicien et ptolémaïque. Selon Copernic, la Terre n'est pas stationnaire au centre de l'univers, mais gravite autour du Soleil comme les autres planètes. Depuis lors, l'idée de Copernic a pris corps, la vision du monde aristotélicienne a été remplacée par la conception

newtonienne. L'analyse détaillée de la façon dont s'est opéré ce changement théorique essentiel, qui se déroula pendant plus d'un siècle et demi, ne va pas dans le sens des méthodologies prônées par les inductivistes et par les falsificationistes, et montre la nécessité d'un point de vue différent sur la science, construit de façon plus complexe.

En 1543, moment où Copernic publia les détails de sa nouvelle astronomie, on pouvait lui opposer un grand nombre d'arguments et l'on ne s'en priva pas. Pour apprécier convenablement cette situation, il est nécessaire de connaître certains aspects de la vision du monde aristotélicienne sur lesquels se fondaient les arguments de ses adversaires. En voici les points essentiels.

L'univers aristotélicien était divisé en deux régions distinctes. La région sublunaire, interne, s'étendait de la Terre, qui en occupait la position centrale, à la limite intérieure de l'orbite de la Lune. La région supralunaire constituait le reste de l'univers fini, et s'étendait de l'orbite de la Lune à la sphère des étoiles, qui marquaient la limite extérieure de l'univers. Rien n'existait en dehors de la sphère extérieure, pas même l'espace. Un espace qui ne serait pas rempli était inconcevable dans le système aristotélicien. Tous les objets célestes dans la région supralunaire étaient faits d'un élément inaltérable appelé l'éther. L'éther possédait une propension naturelle à se déplacer autour du centre de l'univers en cercles parfaits. Cette idée de base fut modifiée et développée dans l'astronomie ptolémaïque. Comme on ne pouvait réconcilier les positions des planètes observées à des moments donnés avec des orbites circulaires, centrées sur la Terre, Ptolémée rajouta, dans le système, des cercles, qu'il appela des épicycles. Les planètes suivaient des cercles, ou épicycles, dont les centres se déplaçaient sur des cercles autour de la Terre. On pouvait raffiner les orbites en

ajoutant des épicycles aux épicycles, etc., de manière à ce que le système résultant soit compatible avec les observations des positions des planètes et que l'on puisse prédire leurs positions futures.

Contrastant avec l'aspect ordonné, régulier, inaltérable de la région supralunaire, la région sublunaire se caractérisait par le changement, la croissance et la chute, la génération et la corruption. Toutes les substances de la région sublunaire étaient des mélanges des quatre éléments, l'air, la terre, le feu et l'eau, et les proportions relatives des éléments dans le mélange déterminaient les propriétés de la substance ainsi constituée. Chaque élément avait un lieu naturel dans l'univers. Le lieu naturel de la terre était le centre de l'univers; celui de l'eau, sur la surface de la Terre; celui de l'air, dans la région située immédiatement au-dessus de la surface de la Terre; et celui du feu, au sommet de l'atmosphère, près de l'orbite de la Lune. Par conséquent, chaque objet terrestre devait avoir un lieu naturel dans la région sublunaire dépendant de la proportion relative des quatre éléments qu'il contenait. Les pierres, surtout constituées de terre, ont un lieu naturel proche du centre de la Terre, alors que les flammes, constituées avant tout de feu, ont un lieu naturel situé près de l'orbite de la Lune, etc. Tous les objets ont une propension à se déplacer en ligne droite, vers le haut ou vers le bas, en direction de leur lieu naturel. Ainsi les pierres sont animées d'un mouvement naturel dirigé vers le bas, en direction du centre de la Terre, et les flammes ont un mouvement naturel vers le haut, s'éloignant du centre de la Terre. Tous les mouvements autres que les mouvements naturels requièrent une cause. Par exemple, les flèches ont besoin d'un arc pour les propulser et les chariots de chevaux pour les tirer.

Voici donc, brièvement esquissée, la mécanique et la

cosmologie aristotéliciennes présumées par les contemporains de Copernic et qui furent utilisées comme des arguments contre une Terre en mouvement. Voyons quelques-uns des vigoureux arguments invoqués contre le système copernicien.

Celui qui constitua sans doute la menace la plus grave contre Copernic fut ce qu'on appela l'argument de la tour: si la Terre tourne sur son axe, comme le soutenait Copernic, alors tout point à la surface de la Terre doit se déplacer d'une vitesse considérable en une seconde. Si on lance une pierre du haut d'une tour érigée sur la Terre en mouvement, elle suivra son mouvement naturel et se dirigera en tombant vers le centre de la Terre. Pendant ce temps, la tour partagera le mouvement de la Terre, en rotation autour d'elle-même. Par conséquent, au moment où la pierre atteindra la surface de la Terre, la tour aura tourné à partir de la position qu'elle occupait au début de la chute de la pierre, et le point d'impact devrait donc se situer à quelque distance du pied de la tour. Mais cela ne se produit pas dans les faits. Les pierres touchent le sol au pied de la tour. Il s'ensuit que la Terre ne peut pas tourner et que la théorie de Copernic est fausse.

Un autre argument mécanique contre Copernic réside dans la question suivante: pourquoi des objets libres, comme les pierres ou les philosophes, restent-ils à la surface de la Terre? Si la Terre tourne sur elle-même, pourquoi ces objets ne sont-ils pas éjectés de la surface de la Terre, comme le seraient des pierres lâchées de la jante d'une roue qui tourne? Et si la Terre, en plus de tourner sur elle-même, tourne avec sa masse autour du Soleil, pourquoi ne laisse-t-elle pas la Lune derrière elle?

Certains arguments opposés à Copernic qui se fondaient sur des considérations astronomiques ont été mentionnés plus haut dans ce livre. Il s'agit de l'absence de parallaxe dans les positions observées des étoiles et du

fait que Mars et Vénus, vues à l'oeil nu, ne changent pas notablement de taille au cours de l'année.

En raison des arguments que j'ai mentionnés, et d'autres de même nature, les partisans de la théorie de Copernic furent confrontés à de graves difficultés. Copernic lui-même, très imbu de métaphysique aristotélicienne, ne connaissait pas les réponses appropriées à ces questions.

Vu la puissance des arguments opposés à Copernic, on est en droit de se demander ce qui pouvait être dit en faveur de la théorie copernicienne en 1543. En fait, « pas grand-chose ». Le principal attrait de la théorie de Copernic réside dans la clarté avec laquelle elle explique un grand nombre de caractéristiques des mouvements planétaires, dont rendait compte la théorie ptolémaïque rivale, avec force artifices et de manière peu satisfaisante pour l'esprit. Je veux parler des mouvements rétrogrades des planètes et du fait que, à la différence d'autres planètes, Mercure et Vénus restent toujours à proximité du Soleil. Une planète régresse à intervalles réguliers, c'est-à-dire cesse son mouvement vers l'ouest au milieu des étoiles (c'est ainsi qu'on le voit de la Terre) et, pendant un temps assez bref, rebrousse chemin vers l'est avant de reprendre son voyage vers l'ouest. Dans le système ptolémaïque, le mouvement rétrograde était expliqué par la manœuvre quelque peu *ad hoc*, qui consistait à ajouter des épicycles spécialement conçus dans ce but. Dans le système de Copernic, aucun mouvement artificiel de ce type n'était plus nécessaire. Le mouvement rétrograde est une conséquence naturelle du fait que la Terre et les planètes gravitent ensemble autour du Soleil sur fond d'étoiles fixes. Des remarques similaires s'appliquent au fait que Mercure et Vénus sont toujours proches du Soleil. Cela découle naturellement du système de Copernic, une fois établi que les orbites de

Mercure et de Vénus sont à l'intérieur de celle de la Terre. Dans le système de Ptolémée, les orbites du Soleil, de Mercure et de Vénus doivent être reliées artificiellement pour atteindre le résultat escompté.

Certaines caractéristiques mathématiques du système copernicien plaident tout de même en sa faveur. Mais, celles-ci mises à part, les deux systèmes étaient à peu près à égalité en ce qui concerne la simplicité et l'accord avec les observations des positions des planètes. Des orbites circulaires centrées sur le Soleil ne peuvent être réconciliées avec l'observation, de sorte que Copernic, comme Ptolémée, éprouva la nécessité d'ajouter des épicycles et le nombre total d'épicycles nécessaire pour produire des orbites en accord avec les observations connues était à peu près le même pour les deux systèmes. En 1543, les arguments basés sur la simplicité mathématique qui plaident en faveur de Copernic ne faisaient pas le poids face aux arguments mécaniques et astronomiques qui lui étaient opposés. Néanmoins, un certain nombre de philosophes de la nature possédant une bonne formation mathématique furent attirés par le système copernicien, et leurs efforts pour le défendre connurent un succès grandissant au cours du siècle qui suivit.

C'est Galilée qui contribua de la manière la plus significative à la défense du système de Copernic. Il le fit de deux façons : premièrement, en utilisant un télescope pour observer les cieux ; il transforma ainsi les données d'observation que la théorie de Copernic était sommée d'expliquer⁸. Deuxièmement, il posa les fondements d'une mécanique nouvelle qui devait remplacer la mécanique

8. Mes remarques sur Galilée et le télescope et plusieurs autres aspects de mon jugement de la physique galiléenne sont tirés du livre provocateur de FEYERABEND : *Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979.

aristotélécienne et permettre de désamorcer les arguments de nature mécanique opposés à Copernic.

En 1609, lorsque Galilée acheva ses premiers télescopes et les pointa vers les cieux, il fit des découvertes spectaculaires. Il vit de nombreuses étoiles invisibles à l'œil nu. Il vit que Jupiter avait des lunes et que la surface de la lune de la Terre était couverte de montagnes et de cratères. Il observa également que la taille apparente de Mars et de Vénus, vues à travers le télescope, variait selon la proportion prédite par Copernic. Plus tard, Galilée allait confirmer que Vénus, à l'instar de la Lune, avait des phases ainsi que l'avait prédit Copernic, ce qui s'opposait au système de Ptolémée. Les lunes de Jupiter désamorcaient l'argument aristotélécien contre Copernic selon lequel la Lune reste avec une terre supposée mobile. Désormais les aristotéliens étaient confrontés au même problème à propos de Jupiter et de ses lunes. Le fait que la surface de la Lune ressemble à celle de la Terre ruinait la distinction aristotélécienne entre les cieux parfaits, inaltérables et la Terre, changeante, altérable. La découverte des phases de Vénus marqua un succès pour les coperniciens et posa un nouveau problème aux partisans de Ptolémée. Une fois acceptées les observations faites par Galilée avec son télescope, il est indéniable que les difficultés auxquelles se heurtait la théorie copernicienne diminuèrent.

Les remarques précédentes sur Galilée et le télescope ont suscité un grave problème épistémologique. Pourquoi les observations faites au moyen du télescope doivent-elles être préférées à celles faites à l'œil nu ? On pourrait répondre à cette question en faisant appel à une théorie optique du télescope qui tient compte de ses propriétés d'agrandissement et qui permet également d'expliquer les diverses aberrations auxquelles on s'attend que les images télescopiques donnent lieu. Mais Galilée lui-même n'eut

pas recours à une théorie optique dans ce but. La première théorie optique capable de fournir des arguments en ce sens fut inventée par un contemporain de Galilée, Kepler, au début du xvi^e siècle, et cette théorie fut améliorée et développée à la fin du siècle. Une deuxième façon de répondre à la question de la supériorité des observations au télescope sur celles faites à l'œil nu est de montrer l'efficacité du télescope de façon pratique, en le focalisant sur des tours, des bateaux éloignés et en montrant comment cet instrument agrandit et rend ces objets plus distinctement visibles. Cependant, ce type de justification de l'usage du télescope en astronomie crée une difficulté. Quand on regarde des objets terrestres à travers un télescope, il est possible de savoir ce qui sépare l'objet vu des aberrations dues au télescope en raison de la familiarité de l'observateur avec l'aspect d'une tour, d'un bateau, etc. Cela ne s'applique pas à l'observateur qui scrute les cieux, en vue d'y trouver des choses qu'il ne connaît pas. Il est significatif à cet égard que la carte de la surface de la Lune dessinée par Galilée à partir de ce qu'il a vu au télescope contient quelques cratères qui en fait ne s'y trouvent pas. Il se peut que ces « cratères » aient été des aberrations venant du fonctionnement des télescopes de Galilée qui étaient loin d'être parfaits. Nous en avons dit suffisamment dans ce paragraphe pour faire comprendre que la justification des observations au télescope ne coulait pas de source. Les adversaires de Galilée qui mettaient en doute ses découvertes n'étaient pas tous des réactionnaires stupides et bornés. Les justifications restaient à venir, et s'affinèrent à mesure que la construction des télescopes s'améliorait et que l'on développait les théories optiques de leur fonctionnement. Mais il fallut du temps.

La plus grande contribution de Galilée à la science fut son œuvre en mécanique. Il posa les fondements de la

mécanique newtonienne qui devait remplacer celle d'Aristote. Il établit une distinction claire entre la vitesse et l'accélération et énonça que les objets en chute libre se déplacent avec une accélération constante indépendante de leur poids, tombant d'une distance proportionnelle au carré de leur temps de chute. Il invalida l'affirmation d'Aristote que tout mouvement nécessite une cause et la remplaça par une loi circulaire de l'inertie, selon laquelle un objet en mouvement, soumis à aucune force, se déplacera indéfiniment sur un cercle autour de la Terre à vitesse uniforme. Il analysa le mouvement des projectiles en le décomposant en une composante horizontale en mouvement à vitesse constante qui obéissait à sa loi de l'inertie et une composante verticale soumise à une accélération constante dirigée vers le bas. Il montra que la trajectoire résultante d'un projectile était la parabole. Il développa le concept de mouvement relatif et développa des arguments pour montrer que le mouvement uniforme d'un système ne pouvait être détecté par des moyens mécaniques sans accéder à un point de référence en dehors du système.

Ces développements majeurs ne furent pas atteints d'un seul coup par Galilée. Ils émergèrent petit à petit, au cours d'un demi-siècle, atteignant leur point culminant dans le livre *Discours concernant deux sciences nouvelles*⁹, qui fut publié pour la première fois en 1638, presque un siècle après la publication de l'œuvre majeure de Copernic. Galilée exposa ses conceptions et les précisa par des illustrations et des « expériences de pensée ». De temps en temps, Galilée décrivit des expériences réelles, par exemple, celles où il faisait descendre des sphères le long d'un plan incliné, mais le nombre exact de celles

9. GALILÉE, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, Armand Colin, Paris, 1970.

qu'il a réellement conduites reste un objet de controverses.

La mécanique nouvelle de Galilée permit de défendre le système de Copernic contre quelques-unes des objections mentionnées précédemment. Un objet tenu en haut d'une tour et qui partage avec la tour un mouvement circulaire autour du centre de la Terre continuera ce mouvement, comme la tour, une fois lâché et atteindra par conséquent le sol terrestre au pied de la tour, ce qui correspond à l'expérience. Galilée conduisit l'argument plus loin et affirma qu'il pouvait démontrer que sa loi de l'inertie était correcte en lançant une pierre du haut du mât d'un bateau en mouvement uniforme et en notant qu'elle atteignait le sol au pied du mât, même s'il n'a pas affirmé avoir effectué l'expérience. Galilée eut moins de succès en expliquant pourquoi des objets lâchés ne sont pas éjectés de la surface d'une terre en rotation sur elle-même. Avec le recul, cela peut être attribué aux inadéquations de son principe de l'inertie et à l'absence d'une conception claire de la gravité comme force.

Bien que le gros de son œuvre scientifique ait été conçu pour renforcer la théorie de Copernic, Galilée ne fut pas lui-même l'auteur d'une astronomie détaillée, et il semble avoir suivi les aristotéliens dans leur préférence pour les orbites circulaires. Ce fut un contemporain de Galilée, Kepler, qui fit une contribution décisive dans cette direction quand il découvrit que chaque orbite planétaire pouvait être représentée par une simple ellipse, le Soleil étant placé à l'un des foyers. Cela éliminait le système complexe des épicycles que Copernic et Ptolémée avaient tous deux trouvé incontournable. Aucune simplification similaire n'est possible dans le système géocentrique de Ptolémée. Kepler disposait des enregistrements des positions des planètes faits par Tycho Brahé, plus précis que ceux qu'avait utilisés Copernic. Après avoir soigneuse-

ment analysé les données, Kepler put formuler ses trois lois du mouvement planétaire: les planètes décrivent des orbites elliptiques autour du Soleil, une droite joignant une planète au Soleil balaie des surfaces égales dans des intervalles de temps égaux, et le carré de la période d'une planète est proportionnel au cube de sa distance moyenne au Soleil.

Galilée et Kepler ont certainement contribué à renforcer la position de la théorie de Copernic. Cependant, il fallut attendre des développements supplémentaires avant que la théorie s'assure des bases solides sur une physique globalisante. Newton fut capable de tirer des œuvres de Galilée, de Kepler et d'autres les éléments pour construire cette physique globalisante qu'il publia dans les *Principia* en 1687. Il formula une conception claire de la force comme cause de l'accélération plutôt que du mouvement, conception qui était présente confusément dans les écrits de Galilée et de Kepler. Newton remplaça la loi de l'inertie circulaire de Galilée par sa propre loi de l'inertie linéaire, stipulant que les corps continuent leur mouvement en ligne droite à vitesse uniforme tant qu'ils ne subissent pas l'action d'une force. L'autre contribution majeure de Newton fut bien sûr sa loi de la gravitation. Elle lui permit d'expliquer l'exactitude approximative des lois du mouvement planétaire de Kepler et de la loi de la chute libre de Galilée. Dans le système newtonien, les domaines des corps célestes et des corps terrestres s'unifièrent, chaque série de corps se déplaçant sous l'influence de forces selon les lois du mouvement de Newton. Une fois la physique newtonienne constituée, il fut possible de l'appliquer en détail à l'astronomie. On put par exemple connaître les détails de l'orbite de la Lune, en prenant en compte sa taille finie, la rotation de la Terre, le tournoiement de la Terre sur son axe, etc. Il devint encore possible de mener des recherches sur la

déviation des planètes d'après les lois de Kepler en faisant intervenir la masse finie du Soleil, les forces interplanétaires, etc. De tels développements occupèrent les successeurs de Newton pendant les deux siècles qui suivirent.

L'histoire que j'ai esquissée ici devrait suffire à indiquer que la révolution copernicienne n'eut pas lieu en lançant un chapeau ou deux de la tour penchée de Pise. Il apparaît en outre clairement que ni la vision de la science des inductivistes ni celle des falsificationnistes n'est compatible avec cette histoire. Les concepts nouveaux de force et d'inertie ne constituèrent pas l'aboutissement d'observations et d'expériences soignées. Pas plus qu'ils n'apparurent comme falsification de conjectures hardies ni comme remplacement continu d'une conjecture hardie par une autre. Les premières formulations de la théorie nouvelle, dont les conceptions neuves n'étaient qu'imparfaitement formulées, furent poursuivies et développées en dépit des falsifications apparentes. C'est seulement après qu'un nouveau système de la physique eut été inventé, processus qui mit de nombreux savants à contribution pendant plusieurs siècles, que la nouvelle théorie fut à même de rivaliser avec succès avec les résultats de l'observation et de l'expérience dans les détails. Aucune vision de la science ne saurait être adéquate sans prendre en compte de tels facteurs.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

La critique que Lakatos a faite de toutes les conceptions à l'exception des versions les plus sophistiquées du falsificationisme se trouve dans son article «Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes», in Criticism and the Growth

of Knowledge, I. Lakatos et A. Musgrave éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), pp. 91-196. On trouvera d'autres critiques classiques dans P. Duhem, *La Théorie physique, son objet, sa structure*, Marcel Rivière, Paris, 1906; W.V.O. Quine, dans l'article « Les deux dogmes de l'empirisme », in P. Jacob, *De Vienne à Cambridge*, Gallimard, Paris, 1980. On trouvera des analyses historiques de la révolution copernicienne qui critiquent les falsificationnistes dans T. Kuhn, *La Révolution copernicienne*, trad. A. Hayli, Fayard, Paris, 1973; A. Koyré, *Etudes d'histoire de la pensée scientifique* PUF, Paris, 1966; Gallimard, « Bibliothèque des Idées », 1973 et coll. « Tel », et P. K. Feyerabend, *Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979. L'article de Lakatos, « Popper on Demarcation and Induction », in *The Philosophy of Karl R. Popper*, P.A. Schilpp éd. (Open Court, La Salle, Illinois, 1974), est une critique de l'affirmation falsificationniste d'avoir vaincu le problème de l'induction. Kuhn critique le falsificationisme dans *La Structure des révolutions scientifiques*, trad. Laure Meyer, Flammarion, 1983 et dans « *Logic of Discovery or Psychology of Research* », in *Criticism and the Growth of Knowledge*, Lakatos et Musgrave éd., pp. 1-23.

7

LES THÉORIES COMME STRUCTURES

1. Les programmes de recherche

1. Les théories dans leur ensemble doivent être considérées comme des structures

L'aperçu de la révolution copernicienne présenté au chapitre précédent suggère fortement que les visions inductiviste et falsificationniste de la science sont trop éclatées. En se concentrant sur les relations entre les théories et les énoncés d'observation ou des séries d'énoncés, elles ne parviennent pas à rendre compte de la complexité des théories scientifiques les plus importantes. Ni l'accent mis par l'inductiviste naif sur la dérivation inductive des théories à partir de l'observation ni le schéma falsificationniste des conjectures et réfutations ne sont capables de rendre compte de la genèse et du développement des théories réellement complexes. Il sera plus approprié de considérer les théories comme des globalités structurées d'un certain type.

Une des raisons qui amène à voir les théories comme des structures est issue de l'histoire des sciences. L'étude historique montre que l'évolution et les progrès des sciences les plus importantes révèlent une structure qui échappe à l'inductivisme ou au falsificationisme. Le développement programmatique de la théorie de Copernic sur plus d'un siècle nous en a déjà fourni un exemple. Nous en verrons d'autres plus loin dans le chapitre. Mais l'histoire ne constitue pas le seul argument pour affirmer que les théories sont des globalités structurées. Il en existe un autre, philosophique, plus général, qui est en rapport étroit avec la dépendance de l'observation par rapport à la théorie. Par conséquent, les énoncés, et les concepts qui s'y rattachent, auront une précision et une valeur informative égales à la théorie dont ils utilisent le langage. Il me semble que l'on s'accordera pour dire que le concept newtonien de masse a une signification plus précise que le concept de démocratie, par exemple. Je pense que la raison tient à ce que le premier concept joue un rôle bien spécifique dans une théorie précise, structurée, la mécanique newtonienne. Au contraire, les théories dans lesquelles le concept « démocratie » apparaît sont notoirement vagues et diverses. Si l'on admet ce rapprochement entre la précision de la signification d'un terme ou d'un énoncé et le rôle qu'il joue au sein d'une théorie, alors la nécessité de théories structurées de façon cohérente s'impose directement.

La dépendance de la signification des concepts par rapport à la structure de la théorie dans lesquels ils apparaissent, et la dépendance de la précision des premiers par rapport à la précision et au degré de cohérence de cette dernière, peut être rendue plus visible encore en remarquant que les autres voies par lesquelles on pense donner un sens à un concept sont limitées. L'une de ces voies consiste à considérer que les concepts

acquièrent leur sens au moyen d'une *définition*. Les définitions doivent être rejetées en tant que procédures fondamentales pour établir des sens. Les concepts peuvent seulement être définis en termes d'autres concepts, dont les significations sont données. Si les significations de ces derniers concepts sont elles-mêmes établies par définition, il est clair qu'il en résultera une régression infinie à moins que les significations de quelques termes ne soient connues par quelque autre moyen. Un dictionnaire est inutile si on ne connaît pas déjà le sens de nombreux mots. Newton ne pouvait pas *définir* la masse ou la force en termes de concepts pré-newtoniens. Il lui fallut dépasser les termes de l'ancien système conceptuel en développant un nouveau système. Une seconde voie est celle qui consiste à penser que le sens des concepts est établi au moyen de l'observation, au moyen d'une *définition ostensive*. La difficulté principale qu'elle soulève a déjà été abordée au sujet du concept « rouge » p. 61. On n'atteindra pas le concept de « masse » par la seule observation, quel que soit le soin avec lequel on observe des boules de billard, des poids sur des ressorts, des planètes en orbite, etc.; de même, il n'est pas possible d'enseigner la signification de la masse en restreignant l'exposé à de tels événements. Ce serait sortir du sujet de ce livre que de rappeler que si l'on essaie d'apprendre quelque chose à un chien au moyen d'une définition ostensive, il répond invariablement en reniflant le doigt de celui qui s'y risque.

L'affirmation que les concepts tirent leur sens au moins en partie du rôle qu'ils jouent dans une théorie est étayée par les réflexions historiques suivantes.

Contrairement au mythe communément répandu, il semble que Galilée ait effectué peu d'expériences en mécanique. Nombre d'« expériences » auxquelles il se réfère lorsqu'il formule sa théorie sont des expériences de

pensée. Il s'agit d'un fait paradoxal pour les empiristes qui pensent que les nouvelles théories doivent être, d'une façon ou d'une autre, tirées des faits, mais tout à fait compréhensible quand on prend conscience que l'on ne peut entreprendre une expérimentation précise que si l'on dispose d'une théorie capable de fournir des prédictions sous la forme d'énoncés d'observation précis. Galilée était engagé dans un processus d'élaboration d'une mécanique nouvelle, qui donnerait lieu par la suite à une expérimentation détaillée. Qu'il ait fait porter ses efforts sur des expériences de pensée, des analogies et des métaphores illustratives plutôt que sur l'expérimentation détaillée ne saurait donc nous surprendre. Il m'apparaît que l'histoire d'un concept, que ce soit l'«élément chimique», l'«atome», l'«inconscient», ou tout autre, commence par l'émergence du concept sous la forme d'une idée vague, et se poursuit par une phase de clarification progressive, quand la théorie qui l'intègre se précise et devient plus cohérente. L'émergence du concept de champ électrique en est un exemple particulièrement frappant, même s'il est un peu technique. Quand ce concept fut introduit pour la première fois par Faraday dans les années 1830, il était très vague et était formulé en recourant à des analogies mécaniques et à l'usage métaphorique de termes comme «tension», «puissance» et «force». La définition du concept de champ fut grandement améliorée quand les relations entre le champ électrique et les autres quantités électromagnétiques furent plus clairement établies. Une fois que Maxwell eut introduit son courant de déplacement, il lui fut possible de donner une grande cohérence à la théorie sous la forme des équations dites de Maxwell, qui établirent clairement les interactions entre toutes les quantités de champ électromagnétique. C'est alors que le sens de «champ électrique» en théorie électromagnétique classique acquit un haut degré de clarté et de précision.

Les champs conquièrent leur indépendance et la nécessité de l'éther, qui fournissait la base mécanique des champs, fut abolie.

Nous avons considéré jusqu'ici deux raisons pour voir les théories comme des structures organisées: d'une part une étude historique montre que les théories possèdent cette caractéristique et, d'autre part, c'est une condition nécessaire pour que les concepts acquièrent une signification précise. Il y a une troisième raison, qui provient de la nécessité pour la science de progresser. Il est clair que la science pourra mieux progresser si les théories ont une structure qui contient des clés et des prescriptions assez claires concernant leur développement et leur extension. Ces structures ouvertes doivent proposer un *programme* de recherche. C'est ce qu'offre la mécanique de Newton aux physiciens des XVIII^e et XIX^e siècles: son programme est celui d'une explication de l'intégralité du monde physique en termes de systèmes mécaniques composés de plusieurs types de forces et gouvernés par les lois du mouvement de Newton. Ce programme cohérent peut être comparé à la sociologie moderne, dont une grande partie se préoccupe suffisamment des données empiriques pour satisfaire le critère de bonne science falsificationiste, sinon inductiviste, mais échoue lamentablement à imiter le succès de la physique. Je suggère, à l'instar de Lakatos, que la différence cruciale entre les deux théories réside dans leur cohérence relative. Les théories sociologiques modernes ne parviennent pas à mettre sur pied un programme cohérent permettant de guider une recherche future.

2. Les programmes de recherche de Lakatos

Le reste de ce chapitre sera consacré à la présentation d'une remarquable tentative d'analyse des théories en tant que structures, la « Méthodologie des programmes de recherche scientifique » d'Imre Lakatos¹. Lakatos développe cette thèse sur la science dans le but de dépasser le falsificationisme poppérien et de vaincre les objections qui lui étaient opposées.

Un programme de recherche lakatosien est une structure qui guide la recherche future d'une façon positive et aussi d'une façon négative. L'*heuristique négative* d'un programme consiste en ce que les hypothèses de base sous-tendant le programme, son *noyau dur*, ne doivent être ni rejetées ni modifiées. Il est protégé des falsifications par une *ceinture protectrice* d'hypothèses auxiliaires, de conditions initiales, etc. L'*heuristique positive* est constituée de lignes de conduite générale qui sont des directions de développement du programme de recherche. Elles consistent à compléter le noyau dur par des hypothèses supplémentaires visant à rendre compte de phénomènes déjà connus et à en prédire de nouveaux. Afin d'éviter au lecteur de se laisser décourager par le barrage d'une nouvelle terminologie, je me hâte de l'expliquer en termes plus accessibles.

Le noyau dur d'un programme est, avant tout, ce qui permet le mieux de le caractériser. Il est formé de quelques hypothèses théoriques très générales, base à partir de laquelle le programme doit se développer. En voici quelques exemples. Le noyau dur de l'astronomie copernicienne est constitué par les hypothèses que la

1. I. LAKATOS, « Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes », in *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), pp. 91-196.

Terre et les planètes gravitent autour d'un Soleil stationnaire et que la Terre tourne sur son axe en un jour. Le noyau dur de la physique newtonienne est constitué des lois du mouvement et de l'attraction universelle de Newton. Le noyau dur du matérialisme historique de Marx est l'hypothèse que le changement social s'explique par la lutte des classes, la nature des classes et les détails de la lutte étant déterminés en dernière instance par l'infrastructure économique.

Le noyau dur d'un programme est rendu infalsifiable par « décision méthodologique de ses protagonistes² ». Toute inadéquation entre un programme de recherche et les données d'observation est à attribuer, non pas aux hypothèses qui en constituent le noyau dur, mais à toute autre partie de la structure théorique. L'enchevêtrement d'hypothèses qui constitue cette autre partie de la structure est ce que Lakatos appelle la ceinture protectrice. Elle consiste non seulement en des hypothèses auxiliaires explicites complétant le noyau dur mais encore en des hypothèses sous-jacentes à la description des conditions initiales et en des énoncés d'observation. Par exemple, le noyau dur du programme de recherche de Copernic a besoin d'être étendu en ajoutant de nombreux épicycles aux orbites planétaires initialement circulaires ; il se révéla également nécessaire de modifier l'estimation des distances des étoiles à la Terre acceptées jusque-là. Si le comportement planétaire observé différait de celui prédit par le programme de recherche copernicien à quelque étape de son développement, on pouvait alors protéger le noyau dur du programme en modifiant les épicycles ou en y ajoutant de nouveaux. On en vint à formuler d'autres hypothèses, au départ implicites, puis à les modifier. Le noyau dur a été protégé en changeant la

2. *Ibid.*, p. 133.

théorie sous-jacente au langage d'observation, pour que les observations au télescope remplacent celles à l'œil nu, par exemple. On modifia également les conditions initiales en ajoutant de nouvelles planètes.

L'heuristique négative d'un programme est l'exigence de maintenir inchangé et intact le noyau dur au cours du développement du programme. Tout savant qui effectue une modification du noyau dur choisit de sortir du programme de recherche en question. Tycho Brahé décida de quitter le programme de recherche copernicien et d'en commencer un autre lorsqu'il proposa d'admettre l'hypothèse que toutes les planètes autres que la Terre gravitent autour du Soleil, le Soleil lui-même tournant autour d'une Terre stationnaire. Lorsque Lakatos met l'accent sur l'élément conventionnel nécessaire au sein d'un programme de recherche et sur la nécessité pour les scientifiques de *décider* d'accepter son noyau dur, il se rapproche énormément de la position de Popper sur les énoncés d'observation, dont il a été question dans la section 2 du chapitre précédent. Il subsiste néanmoins entre eux une divergence essentielle: alors que, pour Popper, les décisions concernent uniquement l'acceptation d'énoncés singuliers, Lakatos étend le dispositif pour qu'il puisse s'appliquer aux énoncés *universels* qui constituent le noyau dur. J'éprouve le même type de réserves à l'égard de l'insistance de Lakatos sur les décisions explicites des hommes de science que celles que j'ai mentionnées à propos de Popper. La question sera examinée plus en détail dans les chapitres suivants.

L'heuristique positive, cet aspect du programme de recherche qui indique aux scientifiques ce qu'ils devraient faire et non plus ce qu'ils devraient ne pas faire, est bien plus vague et plus difficile à caractériser que l'heuristique négative. L'heuristique positive indique comment enrichir le noyau dur afin d'être à même d'expliquer et de prédire

des phénomènes réels. Pour reprendre les propres termes de Lakatos, «l'heuristique positive consiste en une série partiellement formulée de propositions ou d'indications sur la façon d'opérer des transformations, de développer la ceinture protectrice "réfutable"³». Le développement d'un programme de recherche ne se fera pas seulement en ajoutant de bonnes hypothèses auxiliaires mais aussi en développant de bonnes techniques mathématiques et expérimentales. Par exemple, dès les premiers balbutiements du programme copernicien, il était clair qu'il fallait utiliser, dans le but d'élaborer le programme et de procéder à son application dans le détail, des techniques mathématiques propres à manipuler les mouvements épicycliques, de meilleures techniques d'observations astronomiques et des théories adaptées à l'utilisation de toute une variété d'instruments.

Lakatos a illustré la notion d'heuristique positive par l'histoire des premiers développements de la théorie de la gravitation⁴ de Newton. Ce dernier parvint d'abord à la loi du carré inverse pour l'attraction en considérant le mouvement elliptique d'une planète identifiée à un point autour d'un soleil lui aussi ponctuel stationnaire. Il était clair qu'il fallait, pour que la théorie de la gravitation puisse être appliquée au mouvement planétaire réel, que le programme soit développé à partir de ce modèle idéal vers des modèles plus réalistes. Mais ce développement exigeait la résolution de problèmes théoriques et ne fut pas achevé sans d'importants travaux théoriques. Newton lui-même se confronta à ce programme défini, en d'autres termes fut guidé par une heuristique positive, et put accomplir des avancées considérables. Il commença par envisager le fait qu'un soleil aussi bien qu'une planète se

3. *Ibid.*, p. 135.

4. *Ibid.*, pp. 145-146.

déplacent sous l'influence de leur attraction mutuelle. Puis il considéra la taille finie des planètes et les traita comme des sphères. Après avoir résolu le problème mathématique posé par ce changement, Newton parvint à prendre en compte d'autres complications, envisageant par exemple la rotation des planètes sur elles-mêmes, ou le fait qu'elles subissent les forces gravitationnelles des autres planètes et pas seulement celles du Soleil. Lorsque Newton eut atteint ce niveau dans le programme, en suivant la voie qui s'était présentée à lui comme nécessité issue du contexte, il se préoccupa de la concordance entre la théorie et l'observation. Après qu'il l'eut trouvée satisfaisante, il aborda le cas des planètes non sphériques, etc. Et, de la même façon que s'était imposé à lui le programme théorique contenu dans l'heuristique positive, un programme expérimental assez bien défini se présenta. Il s'agissait de développer des télescopes plus précis et des théories auxiliaires pour les utiliser en astronomie, comme celles qui permettaient de décrire la réfraction de la lumière dans l'atmosphère terrestre. Dans la formulation initiale de son programme, Newton affirma aussi qu'il était souhaitable de construire des appareils suffisamment sensibles pour détecter l'attraction gravitationnelle à l'échelle du laboratoire (expérience de Cavendish).

Le programme implicite contenu dans la théorie de la gravitation de Newton donne de fortes lignes de recherche théorique. Lakatos développe longuement et avec des arguments convaincants un autre cas, celui de la théorie de l'atome de Bohr⁵. Un trait important qui caractérise le développement de ces programmes de recherche est la période relativement longue qui s'écoule avant que l'on soit en mesure de procéder à des tests d'observation

5. *Ibid.*, pp. 140-154.

pertinents. Cela n'est pas sans rapport avec ce que j'ai dit, dans la section précédente, de la construction par Galilée des fondements de la mécanique. Le travail initial sur un programme de recherche se fait sans se soucier des falsifications apparentes apportées par l'observation. Il faut lui donner toutes ses chances d'accomplir pleinement ce que l'on en attend. La révolution copernicienne, pour reprendre cet exemple, ne donnera sa pleine mesure qu'à partir du moment où l'on disposera d'une mécanique et d'une optique adéquates. Quand un programme a été développé au point qu'il est temps de lui faire subir des tests observationnels, ce sont les confirmations et non plus les falsifications qui revêtent une importance primordiale, d'après Lakatos⁶. Un programme de recherche est supposé aboutir, ne serait-ce que de temps en temps, à faire des prédictions nouvelles qui se trouveront confirmées. La notion de prédiction « nouvelle » a été discutée à la section 4 du chapitre 5. La théorie de Newton connut ce genre de succès spectaculaires le jour où Galle fut le premier à observer la planète Neptune et lorsque Cavendish détecta pour la première fois l'attraction gravitationnelle dans une expérience de laboratoire. C'est par de tels succès que se marque le caractère progressiste du programme. Au contraire, l'astronomie ptolémaïque échoua à prédire un quelconque phénomène nouveau pendant tout le Moyen Âge. À l'époque de Newton, la théorie de Ptolémée était bel et bien en train de dégénérer.

Deux façons d'évaluer le mérite d'un programme de recherche ressortent de ce qui précède. D'abord, un programme de recherche doit posséder un degré de

6. J'utilise ici « confirmation » dans le même sens que dans les chapitres précédents pour me référer aux résultats de tests expérimentaux qui penchent en faveur de la théorie, plutôt qu'aux preuves de la théorie. Lakatos utilise « vérification » là où j'utilise « confirmation ».

cohérence qui lui permet d'inclure la définition d'un programme pour la recherche future. Deuxièmement, un programme de recherche doit conduire à la découverte de phénomènes nouveaux, au moins occasionnellement. Un programme de recherche doit satisfaire ces deux conditions s'il veut accéder au qualificatif de scientifique. Lakatos propose le marxisme et la psychologie freudienne comme exemples de programmes de recherche qui satisfont le premier critère mais pas le second, et la sociologie moderne comme un programme qui satisfait peut-être le second critère mais pas le premier.

3. La méthodologie au sein d'un programme de recherche

A l'intérieur du schéma de Lakatos, la méthodologie scientifique doit être discutée à partir de deux points de vue différents, à savoir d'une part le travail accompli au sein d'un programme de recherche isolé, d'autre part les mérites comparés de programmes de recherche concurrents. Travailler au sein d'un programme de recherche isolé passe par l'extension et la modification de sa ceinture de protection en ajoutant et en formulant diverses hypothèses. Quels types d'addition et de modification une bonne méthodologie scientifique autorise-t-elle et quels sont ceux qui doivent être éliminés comme non scientifiques? Lakatos n'y va pas par quatre chemins pour répondre à cette question. Tout changement est permis pour peu qu'il ne soit pas *ad hoc*, dans le sens discuté à la section 2 du chapitre 5. Les modifications et les ajouts à la ceinture protectrice d'un programme de recherche doivent pouvoir être soumis indépendamment à

des tests. Les scientifiques, seuls ou en équipes, sont invités à développer la ceinture protectrice de toutes les façons qu'ils veulent, à condition que leurs changements ouvrent la voie à des tests inédits et permettent par là de nouvelles découvertes. Pour l'illustrer, reprenons l'exemple déjà cité à plusieurs reprises du développement de la théorie de Newton et considérons la situation à laquelle étaient confrontés Leverrier et Adams quand ils s'occupèrent des perturbations de l'orbite d'Uranus. Ces savants choisirent de modifier la ceinture protectrice du programme en suggérant que les conditions initiales étaient inadéquates. Ce qu'ils proposèrent avait un caractère scientifique, parce qu'il était possible de le tester indépendamment; ils aboutirent ainsi à découvrir la planète Neptune. Mais d'autres réponses étaient possibles à ce problème, et auraient pu être authentiquement scientifiques du point de vue de Lakatos. Ainsi, un savant aurait pu proposer de modifier la théorie optique régissant le fonctionnement des télescopes utilisés dans cette recherche. Ce changement aurait été scientifique si, par exemple, il avait conduit à prédire un nouveau type d'aberration, dont l'existence aurait pu être testée par des expériences optiques. Quelqu'un aurait pu tout aussi bien mettre en cause une hypothèse de la ceinture protectrice, concernant par exemple la réfraction dans l'atmosphère terrestre. Un tel changement aurait été légitime s'il avait ouvert la possibilité de tests expérimentaux d'un type nouveau, qui auraient pu éventuellement conduire à découvrir quelque caractéristique inattendue de l'atmosphère terrestre.

Deux sortes de changements sont éliminés de la méthodologie de Lakatos: d'abord, les hypothèses *ad hoc* et les hypothèses qui ne sont pas testables indépendamment. Par exemple, dans notre cas, il n'aurait pas été correct du point de vue scientifique de proposer que les

perturbations du mouvement de la planète Uranus s'expliquaient parce que tel était son mouvement naturel. Ensuite, sont éliminés les types de changement qui violent le noyau dur, comme nous l'avons déjà mentionné. C'est ce que ferait un homme de science, qui, pour tenter d'expliquer l'orbite d'Uranus, proposerait de considérer que la force entre Uranus et le Soleil obéit à autre chose qu'une loi de carré inverse il ferait alors le choix de se situer en dehors du programme de recherche newtonien.

Le fait que toute partie d'un complexe théorique peut être source d'une falsification apparente pose un sérieux problème au falsificationniste qui suit une méthode sans nuances de conjectures et réfutations. Pour lui, l'incapacité à localiser l'origine du problème aboutit à une situation de chaos. La vision de la science de Lakatos est suffisamment structurée pour éviter cette conséquence. L'ordre est maintenu par l'inviolabilité du noyau dur d'un programme et par l'heuristique positive qui l'accompagne. La prolifération de conjectures ingénieuses à l'intérieur de ce cadre amène un progrès à condition que certaines des prédictions qui en résultent soient, de temps en temps, réussies. Les décisions de retenir ou de rejeter une hypothèse sont directement déterminées par le résultat des tests expérimentaux. Celles qui surmontent ces tests sont provisoirement retenues et celles qui y échouent sont rejetées, même si parfois la décision dépend de quelque hypothèse ingénieuse ultérieure, indépendamment testable. Le rapport entre l'observation et une hypothèse soumise à test est relativement clair à l'intérieur d'un programme de recherche parce que le noyau dur et l'heuristique positive servent à définir un langage d'observation assez stable.

4. *La comparaison des programmes de recherche*

Alors que les mérites relatifs des hypothèses concurrentes à l'intérieur d'un programme de recherche peuvent être déterminés de façon relativement directe, la comparaison de programmes de recherche rivaux est plus problématique. *Grosso modo*, les mérites relatifs des programmes de recherche doivent être jugés par le degré auquel ils progressent ou ils dégèrent. Un programme qui dégère laissera place à un rival plus progressiste, exactement comme l'astronomie ptolémaïque céda le terrain à la théorie de Copernic.

Ce critère d'acceptation et de rejet des programmes de recherche soulève une grande difficulté liée au facteur temps. Combien de temps doit s'écouler avant que l'on puisse décider qu'un programme a gravement dégéré, qu'il est incapable de conduire à la découverte de phénomènes nouveaux? La parabole de Lakatos sur le possible comportement déviant des planètes, reproduit pp. 172-173, en indique la difficulté. Dans ce scénario de développement au sein de l'astronomie newtonienne, rien ne permettait jamais d'assurer que l'on n'était pas à l'aube d'une avancée majeure. Pour prendre un exemple historique authentique, il s'écoula plus de soixante-dix ans avant que l'on s'aperçoive que la prédiction de Copernic sur les phases de Vénus était correcte, et plusieurs siècles avant que l'on confirme sa prédiction que les étoiles fixes devaient révéler une parallaxe. En raison de l'incertitude qui plane sur l'issue de futures tentatives de développement et de test d'un programme de recherche, on ne peut jamais dire qu'il a dégéré au-delà de tout espoir. Il est toujours possible que quelque modification ingénieuse de sa ceinture protectrice conduise à quelque découverte spectaculaire qui donnera

une nouvelle vie au programme et le replacera dans une phase progressiste.

L'histoire des théories de l'électricité fournit un exemple des changements de fortune de programmes de recherche rivaux. Un programme, que j'appellerai la théorie de l'action à distance, considérait l'électricité comme un flux de particules d'un certain type résidant dans les corps chargés électriquement et s'écoulant à travers les circuits électriques. Des éléments séparés d'électricité étaient supposés interagir les uns sur les autres instantanément à distance à travers l'espace vide avec une force dépendant de la distance de séparation et du mouvement des éléments. L'autre programme était la théorie du champ formulée par Faraday, selon laquelle les phénomènes électriques pouvaient s'expliquer en termes d'actions se produisant dans le milieu entourant les corps électrisés et les circuits électriques, plutôt qu'en termes du comportement d'une substance présente entre eux. Avant les succès de Faraday, la théorie de l'action à distance était celle qui amenait le progrès. Elle conduisit à découvrir que l'on pouvait emmagasiner de l'électricité dans une bouteille de Leyde ainsi qu'à la loi, formulée par Cavendish, de l'attraction ou de la répulsion entre corps chargés en fonction du carré inverse de la distance. Néanmoins, la théorie des champs devait se révéler supérieure à celle de l'action à distance à la suite de la découverte par Faraday de l'induction électromagnétique, de son invention du moteur électrique, de la dynamo et du transformateur, dans les années 1830. La théorie du champ connut des progrès encore plus spectaculaires, quelques décennies plus tard, lorsque Hertz produisit les ondes radio prédites par le programme. Néanmoins, la théorie de l'action à distance n'avait pas dit son dernier mot. Car c'est de ce programme qu'a émergé la notion d'électron. Il avait été prédit sous une forme vague par

un théoricien de l'action à distance, W. Weber, dans la première moitié du XIX^e siècle, puis sous une forme plus précise par H.A. Lorentz en 1892, et finit par être détecté expérimentalement par J.J. Thomson et d'autres plus tard dans cette décennie. Le développement de la théorie électromagnétique classique aurait été grandement affaibli si l'approche de l'action à distance avait été abandonnée plus tôt dans le siècle en raison du progrès supérieur qu'amenait le programme du champ. Incidemment, l'interaction entre ces deux programmes et le fait que la théorie électromagnétique a émergé comme une réconciliation des deux programmes, héritant les champs de l'un et l'électron de l'autre, laissent entendre que les programmes de recherche ne sont pas aussi autonomes que le suggère la vision de Lakatos.

Du point de vue de Lakatos, donc, on ne peut jamais énoncer sans preuves à l'appui qu'un programme de recherche est « meilleur » qu'un rival. Lakatos lui-même admet que les mérites relatifs de deux programmes ne peuvent être jugés qu'« avec du recul ». Parce qu'il n'a pas su proposer un critère précis pour le rejet d'un programme de recherche cohérent, ou pour le choix entre des programmes de recherche rivaux, on serait tenté de dire, avec Feyerabend, que la méthodologie de Lakatos est « un *ornement verbal*, comme une mémoire des temps meilleurs où il était encore possible de conduire une affaire complexe et souvent catastrophique telle que la science en se fiant à un petit nombre de règles simples et "rationnelles"⁷ ».

7. P.K. FEYERABEND, « Consolations for the Specialist », in *Criticism and the Growth of Knowledge*, LAKATOS et MUSGRAVE éd., p. 215.

La source essentielle est le texte d'Imre Lakatos, « Falsification and the Methodology of Research Programmes », in *Criticism and the Growth of Knowledge*, Lakatos et Musgrave éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974) pp. 91-196. On trouvera des études de cas historiques du point de vue de Lakatos dans E. Zahar, « Why Did Einstein's Programme Supersede Lorentz's », in *British Journal for the Philosophy of Science*, 24 (1973), pp. 95-123, 223-263; I. Lakatos et E. Zahar, « Why Did Copernicus's Programme Supersede Ptolemy's? », in *The Copernican Achievement*, R. Westman éd. (California University Press, Berkeley, Calif., 1975); et dans les études rassemblées dans le livre publié sous la direction de Colin Howson, *Method and Appraisal in the Physical Sciences* (Cambridge University Press, Cambridge, 1976). La plupart des articles de Lakatos ont été recueillis et publiés en deux volumes sous la direction de John Worrall et Gregory Currie (Cambridge University Press, Cambridge, 1978). L'hermétisme de ces programmes de recherche est critiqué dans l'article de Noretta Koertge, « Inter-Theoretic Criticism and the Growth of Science », in *Boston Studies in Philosophy of Science*, vol. 8, R.C. Buck et R.S. Cohen éd. (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971), pp. 160-173. Les positions de Lakatos et de Kuhn sont comparées, et la position de Kuhn est défendue, dans D. Bloor, « Two Paradigms of Scientific Knowledge », *Science Studies*, 1 (1971), pp. 101-115. La notion d'une prédiction nouvelle est débattue par Alan E. Musgrave, « Logical Versus Historical Theories of Confirmation », *British Journal for the Philosophy of Science*, 25 (1974), pp. 1-23.

LES THÉORIES COMME STRUCTURES

2. Les paradigmes de Kuhn

1. Remarques introductives

Il est une seconde façon d'appréhender une théorie scientifique comme une structure complexe, qui a fait beaucoup parler d'elle ces dernières années. Je veux parler ici des thèses de Thomas Kuhn, dont la première version parut dans le livre *La Structure des révolutions scientifiques*, publié en 1962¹.

Kuhn commença sa carrière universitaire comme physicien avant de se consacrer à l'histoire des sciences. Il s'aperçut ainsi que ses préjugés sur la nature de la science volaient en éclats. Il prit conscience que les façons traditionnelles d'envisager la science, qu'elles fussent inductivistes ou falsificationnistes, ne supportaient pas d'être confrontées à l'analyse historique. Kuhn développa donc sa

1. T.S. KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, trad. Laure Meyer, Flammarion, Paris, 1983.

propre théorie de la science pour tenter d'être davantage en accord avec la situation historique qui se présentait à lui. Un des points clés de sa théorie est l'accent mis sur le caractère révolutionnaire du progrès scientifique, une révolution signifiant l'abandon d'une structure théorique et son remplacement par une nouvelle, incompatible avec elle.

La théorie de Kuhn se distingue encore par l'importance qu'il accorde aux caractéristiques sociologiques des communautés scientifiques.

Les approches de Lakatos et de Kuhn ont plusieurs points communs. En particulier, ils exigent tous deux de leurs conceptions philosophiques qu'elles soient issues d'une critique fondée sur l'histoire des sciences. Le point de vue de Kuhn est antérieur à la méthodologie des programmes de recherche de Lakatos, et il me semble juste de dire que Lakatos adapta certains des résultats de Kuhn à ses propres buts. Le point de vue de Lakatos a été présenté le premier dans ce livre parce qu'il représente le mieux l'apogée du falsificationisme poppérien auquel il répond directement et dont il tente de dépasser les limitations. La différence majeure entre Kuhn d'une part et Popper et Lakatos d'autre part réside dans l'importance que le premier accorde aux facteurs d'ordre sociologique. Le « relativisme » de Kuhn sera présenté et critiqué ultérieurement dans ce livre. Dans le présent chapitre, je me restreindrai à exposer les thèses de Kuhn.

La vision de Kuhn de la façon dont une science progresse peut être résumée par le processus sans fin qui est le suivant :

pré-science — science normale — crise-révolution — nouvelle science normale — nouvelle crise.

L'activité désorganisée et multiforme qui précède la formation d'une science finit par se structurer et s'orienter

quand un *paradigme* donné reçoit l'adhésion de la communauté scientifique. Un paradigme est fait d'hypothèses théoriques générales et des lois et techniques nécessaires à son application qu'adoptent les membres d'une communauté scientifique. Ceux qui se situent à l'intérieur d'un paradigme, que ce soit la mécanique newtonienne, l'optique ondulatoire ou la chimie analytique, pratiquent ce que Kuhn appelle la *science normale*. Les hommes de science normale formulent et étendent le paradigme dans le but de rendre compte et d'intégrer le comportement de certains éléments pertinents du monde réel, révélé à travers les résultats de l'expérience. Ce faisant, ils rencontreront inévitablement des difficultés et seront confrontés à des falsifications apparentes. S'ils ne parviennent pas à les surmonter, un état de *crise* se développe. Une crise se résout lorsqu'un paradigme entièrement nouveau émerge et gagne l'adhésion d'un nombre toujours plus grand de scientifiques jusqu'à ce que le paradigme originel, source du problème, soit finalement abandonné. Le changement discontinu constitue une *révolution scientifique*. Le nouveau paradigme, prometteur, qui n'est pas grevé par des difficultés apparemment insurmontables, sert désormais de guide à la nouvelle activité scientifique normale jusqu'au moment où il connaît à son tour de sérieuses difficultés qui engendrent une nouvelle crise, ouvrant une nouvelle révolution.

Avec ce résumé pour avant-goût, étudions maintenant les différents éléments du schéma de Kuhn avec plus de détails.

2. Paradigmes et science normale

Une science mûre est guidée par un paradigme unique². Le paradigme définit la norme de ce qu'est une activité légitime à l'intérieur du domaine scientifique qu'il régit. Il coordonne et guide le travail des hommes de science normale qui consiste en la « résolution d'énigmes » dans le domaine scientifique qui est le sien. L'existence d'un paradigme capable d'étayer une tradition de science normale est la caractéristique qui distingue la science de la non-science, selon Kuhn. La mécanique newtonienne, l'optique ondulatoire et l'électromagnétisme classique ont tous constitué, et constituent peut-être encore, des paradigmes : ils font donc partie de la science. Une grande partie de la sociologie moderne manque de paradigmes et par conséquent ne peut accéder au rang de science.

Comme cela sera développé par la suite, il est dans la nature d'un paradigme de résister à une définition précise. Néanmoins, il est possible de décrire quelques-unes des composantes typiques qui contribuent à fabriquer un paradigme. Parmi elles, on trouve des lois et des hypothèses théoriques explicitement énoncées, comparables aux composantes du noyau dur d'un programme de recherche de Lakatos. Les lois du mouvement de Newton font donc partie du paradigme newtonien et les équations de Maxwell font partie du paradigme qui constitue la théorie électromagnétique classique. Les paradigmes incluront également des moyens standard d'appliquer les lois fondamentales à une grande diversité de situations. Par exemple, le paradigme

2. Depuis qu'il a écrit *La Structure des révolutions scientifiques*, Kuhn a reconnu avoir utilisé le mot « paradigme » dans un sens ambigu. Dans la postface de l'édition de 1970, il distingue un sens large du terme, qu'il appelle désormais la « matrice disciplinaire », et un sens restreint, l'« exemple ». Je continuerai à utiliser le mot « paradigme » au sens large, en faisant donc référence à ce que Kuhn a renommé la matrice disciplinaire.

newtonien comprendra des méthodes pour appliquer les lois de Newton aux mouvements planétaires, aux pendules, aux collisions de boules de billard, etc. L'instrumentation et les techniques expérimentales nécessaires pour que les lois du paradigme s'appliquent au monde réel feront également partie du paradigme. L'application du paradigme newtonien à l'astronomie intègre l'utilisation de certains types précis de télescopes, des techniques pour les faire fonctionner et diverses autres techniques pour corriger les données obtenues par ce moyen. Les paradigmes se composent en outre de quelques principes métaphysiques très généraux qui guident le travail à l'intérieur d'un paradigme. Tout au long du XIX^e siècle, le paradigme newtonien était gouverné par une hypothèse ressemblant à celle-ci : « La totalité du monde physique doit être expliquée comme un système mécanique agi par l'influence de diverses forces répondant aux exigences des lois du mouvement de Newton » et le programme cartésien au XVII^e siècle contenait le principe selon lequel « il n'y a pas de vide et l'univers physique est un grand rouage d'horlogerie dans lequel toutes les forces ont la forme d'une poussée ». Finalement, tous les paradigmes contiendront quelques prescriptions méthodologiques très générales telles que : « Efforcez-vous de faire correspondre votre paradigme avec la nature », ou « Prenez très au sérieux vos échecs dans la correspondance entre un paradigme et la nature ».

La science normale s'efforce de formuler de nouveaux détails dans la perspective d'améliorer la façon dont il correspond à la nature. Un paradigme est toujours suffisamment imprécis et extensible pour laisser la porte ouverte à de nombreux travaux de ce type³. Kuhn dépeint la science normale comme une activité consistant à résoudre des énigmes, sous l'égide des règles dictées par un paradigme.

3. Voir la notion plus précise d'heuristique positive de Lakatos.

Ces énigmes peuvent être de nature théorique aussi bien qu'expérimentale. A l'intérieur du paradigme newtonien, l'invention d'une technique mathématique qui permettrait de traiter du mouvement d'une planète soumise à plus d'une force attractive, le développement d'hypothèses pour que les lois du mouvement de Newton soient applicables à la dynamique des fluides, sont des exemples d'énigmes théoriques. Parmi les énigmes expérimentales, on trouve l'amélioration de la précision des observations faites au moyen de télescopes et le développement de techniques expérimentales capables de fournir des mesures fiables de la constante gravitationnelle. Des hommes de science normale doivent présupposer qu'un paradigme fournit le moyen de résoudre les énigmes qui se posent en son sein. L'échec à résoudre une énigme est perçu comme un échec du scientifique plutôt que comme une faiblesse du paradigme. Les énigmes que l'on ne parvient pas à résoudre sont considérées comme des *anomalies* plutôt que comme des falsifications du paradigme. Kuhn reconnaît que tous les paradigmes contiennent quelques anomalies (c'est le cas par exemple de la théorie de Copernic et de la taille apparente de Vénus ou de la théorie de Newton et de l'orbite de Mercure) et rejette toutes les formes de falsificationisme.

Un homme de science normale ne doit pas avoir une attitude critique vis-à-vis du paradigme dans lequel il travaille. C'est seulement en procédant de la sorte qu'il sera capable de concentrer ses efforts sur la formulation de détails du paradigme et d'effectuer le travail hautement spécialisé nécessaire pour mettre la nature à l'épreuve en profondeur. C'est l'absence de désaccords sur les fondements qui distingue la science normale, mûre, de l'activité relativement désordonnée qui est celle de la *pré-science* immature. Selon Kuhn, cette dernière se caractérise par un état de désaccord total et l'existence d'un débat permanent sur ses fondements, au point qu'il est impossible de

descendre jusqu'au travail de spécialisation, de détail. Il y a pratiquement autant de théories qu'il y a de scientifiques travaillant dans le domaine, et chaque théoricien est obligé de repartir de zéro et de justifier sa propre approche. Kuhn propose comme exemple l'optique avant Newton. Il existait une grande diversité de théories sur la nature de la lumière dans la période allant de l'Antiquité à l'époque de Newton. Il n'y avait pas de consensus et aucune théorie détaillée généralement acceptée n'était apparue avant que Newton ait formulé et défendu sa théorie corpusculaire. Les théoriciens rivaux de la période préscientifique étaient en désaccord non seulement sur les hypothèses théoriques fondamentales mais également sur la théorie dont relevait tel ou tel phénomène observé. Etant donné que Kuhn reconnaît le rôle joué par un paradigme pour guider la recherche et l'interprétation de phénomènes observables, il intègre une grande partie de ce que j'ai décrit au chapitre 3 comme la dépendance de l'observation par rapport à la théorie.

Kuhn insiste sur le fait qu'un paradigme signifie plus que ce que l'on peut explicitement énoncer sous forme de règles et d'orientations. Il fait appel à ce que dit Wittgenstein de la notion de « jeu » pour illustrer certains des aspects qu'il mentionne. Wittgenstein montre qu'il n'est pas possible d'énoncer des conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une activité soit un jeu. Lorsqu'on essaie, on trouve invariablement une activité qui correspond à la définition du jeu mais que l'on ne veut pas compter comme tel, ou une activité exclue par la définition mais que l'on comptera comme jeu. Kuhn affirme qu'il en va de même pour les paradigmes. Si on tente de donner une caractérisation précise et explicite de quelque paradigme dans la science passée ou dans la science actuelle, on trouve toujours un élément situé à l'intérieur du paradigme qui en viole la caractérisation. Cependant, Kuhn affirme que cet état de

choses ne rend pas plus intenable le concept de paradigme qu'une situation similaire concernant le « jeu » ne ruine l'utilisation légitime de ce concept. Même en l'absence de caractérisation complète, explicite, chaque homme de science acquiert sa connaissance d'un paradigme par sa formation scientifique. En résolvant des problèmes standard, en effectuant des expériences standard et éventuellement en pratiquant une recherche sous la direction de quelqu'un qui est déjà un praticien expérimenté à l'intérieur d'un paradigme donné, un aspirant scientifique se familiarise avec les méthodes, les techniques et les standards de ce paradigme. Il ne sera pas davantage capable de donner un compte rendu explicite des méthodes et des savoir-faire qu'il a acquis qu'un maître charpentier ne sera capable de décrire complètement ce qui se trouve en amont de son savoir-faire. La plus grande partie de la connaissance d'un homme de science normale sera *tacite*, dans le sens développé par Michael Polanyi⁴.

En raison de la formation qu'il reçoit, formation nécessaire à une activité efficace, un représentant typique de la science normale ne sera pas conscient du paradigme dans lequel il travaille, et ne sera pas capable d'en formuler la nature précise. Cela ne signifie pas pour autant qu'un homme de science ne sera pas capable de formuler les présupposés contenus dans son paradigme, si la nécessité s'en fait sentir. Une telle nécessité naîtra si un paradigme est menacé par un rival. Dans ces circonstances, il sera nécessaire de tenter de mettre au clair les lois générales, les principes métaphysiques et méthodologiques, etc., compris dans un paradigme de façon à le défendre contre les solutions alternatives préconisées par le nouveau paradigme concurrent. Dans la section suivante, nous verrons ce que

4. Voir M. POLANYI, *Personal Knowledge* (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1973) et *Knowing and Being* (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1969).

Kuhn dit des problèmes que peut rencontrer un paradigme et de la façon dont il peut être remplacé par un paradigme rival.

3. *Crise et révolution*

L'homme de science normale travaille en toute confiance à l'intérieur d'un domaine bien défini par un paradigme. Le paradigme lui présente une série de problèmes bien définis ainsi que des méthodes dont il sait, en toute confiance, qu'elles mènent à la solution. S'il rend le paradigme responsable de tous les échecs qu'il rencontre pour résoudre un problème, ce scientifique tombera sous le coup des mêmes accusations que celles dont ferait l'objet un charpentier blâmant ses outils. Mais les échecs seront bien là, et leur gravité pourra se révéler telle qu'ils plongeront le paradigme dans une crise aiguë et pourront conduire à son rejet et à son remplacement par un autre, incompatible.

L'existence d'énigmes non résolues à l'intérieur d'un paradigme ne constitue pas une crise à elle seule. Kuhn reconnaît que les paradigmes ne permettent jamais d'éviter toutes les difficultés. Des anomalies se présenteront, inévitablement. C'est uniquement dans certaines conditions bien particulières qu'elles pourront se développer au point de détruire la confiance dans le paradigme. Une anomalie sera considérée comme particulièrement grave si elle touche les bases les plus fondamentales du paradigme et si elle résiste aux assauts persistants des tenants de la science normale qui cherchent à l'éliminer. Kuhn cite comme exemple les problèmes concernant l'éther et le mouvement de la Terre relatif à l'éther dans la théorie électromagnétique de Maxwell, à la fin du XIX^e siècle. Exemple moins technique, les problèmes posés par les comètes au cosmos aristotélicien

ordonné et plein, fait de sphères cristallines interconnectées. Les anomalies sont également considérées comme graves si elles concernent une nécessité sociale pressante. Les problèmes qui assaillaient l'astronomie ptolémaïque prirent de l'acuité lorsqu'on se préoccupa de réformer le calendrier à l'époque de Copernic. La durée pendant laquelle une anomalie résiste aux tentatives pour l'éliminer donne encore une mesure de sa gravité. Le nombre élevé d'anomalies graves est un facteur supplémentaire qui hâte l'avènement d'une crise.

Selon Kuhn, l'analyse des caractéristiques d'une période de crise dans la science exige la compétence d'un psychologue tout autant que d'un historien. Quand les anomalies en arrivent à poser de sérieux problèmes à un paradigme, c'est une période de « grande insécurité pour les scientifiques » qui s'ouvre⁵. Les tentatives pour résoudre le problème se font de plus en plus radicales et les règles édictées par le paradigme se relâchent progressivement. Les hommes de science normale entament des débats philosophiques et métaphysiques et essaient de défendre leurs innovations, d'un statut douteux du point de vue du paradigme, par des arguments philosophiques. Les scientifiques vont jusqu'à exprimer ouvertement leur désaccord avec le paradigme et le malaise qu'ils ressentent. Kuhn cite la réponse de Wolfgang Pauli à ce qu'il voyait comme une crise de plus en plus grave de la physique autour de 1924. Pauli exaspéré confiait à un ami : « En ce moment, la physique est de nouveau terriblement confuse. En tout cas, c'est trop difficile pour moi et je voudrais être acteur de cinéma ou quelque chose du même genre et n'avoir jamais entendu parler de physique⁶. » Une fois qu'un paradigme est affaibli

5. KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, p. 102.

6. *Ibid.*, p. 123.

et déconsidéré au point que ses tenants perdent confiance en lui, le temps est mûr pour la révolution.

La crise s'aggrave lorsqu'un paradigme rival fait son apparition. « Un nouveau paradigme, ou une indication qui permette sa formulation future, apparaît tout à coup, parfois au milieu de la nuit, dans l'esprit d'un homme profondément plongé dans la crise⁷. » Le nouveau paradigme sera très différent de l'ancien et incompatible avec lui. Les différences radicales seront de diverses natures.

Chaque paradigme voit le monde comme constitué de différentes sortes de choses. Le paradigme aristotélicien voyait l'univers divisé en deux domaines distincts, la région supralunaire, inaltérable et non changeante, et la région terrestre altérable et changeante. Les paradigmes ultérieurs voyaient l'univers entier comme constitué des mêmes types de substances matérielles. La chimie d'avant Lavoisier énonçait que le monde contenait une substance nommée phlogistique, produite par la combustion de la matière. Le nouveau paradigme de Lavoisier niait son existence et affirmait au contraire que le gaz oxygène existait bel et bien et jouait un rôle tout à fait différent dans la combustion. La théorie de l'électromagnétisme de Maxwell impliquait l'existence d'un éther remplissant tout l'espace, qui fut éliminé par la reformulation radicale d'Einstein.

Des paradigmes rivaux considéreront comme légitimes ou sensés différents types de questions. Les questions sur le poids du phlogistique étaient essentielles pour les théoriciens du phlogistique et dénuées de sens pour Lavoisier. Les questions sur les masses des planètes étaient fondamentales pour les newtoniens et hérétiques aux yeux des aristotéliciens. Le problème de la vitesse de la lumière relativement à l'éther, qui avait un sens profond pour les physiciens pré-einsteinien, fut éliminé par Einstein. Les paradigmes

7. *Ibid.*, p. 130.

suscitent donc différents types de questions et engendrent en outre des normes différentes et incompatibles. Les newtoniens autorisaient que l'on parle d'une action à distance inexpliquée, mais les cartésiens l'écartaient comme métaphysique et même occulte. Un mouvement sans cause était considéré comme une absurdité pour Aristote et comme un axiome par Newton. La transmutation des éléments occupe une place importante dans la physique nucléaire moderne (comme dans l'alchimie médiévale) mais allait complètement à l'encontre des visées du programme atomiste de Dalton. Nombre d'événements que décrit la physique contemporaine sont entachés d'une indétermination qui n'avait pas sa place dans le programme newtonien.

La façon dont un scientifique voit un aspect particulier du monde sera guidée par le paradigme dans lequel il travaille. Kuhn montre que l'on peut dire que les tenants de paradigmes rivaux « vivent dans des mondes différents ». Il cite comme preuve le fait que les changements dans les cieux ont commencé par être notés, enregistrés et discutés par des astronomes occidentaux après la publication de la théorie de Copernic. Auparavant, le paradigme aristotélicien posait qu'aucun changement ne pouvait avoir lieu dans la région supralunaire et, par voie de conséquence, aucun changement n'avait été noté. Ceux que l'on détecta furent évacués comme des perturbations de la haute atmosphère. D'autres exemples tirés de Kuhn, ainsi que d'auteurs proches de lui, ont déjà été signalés au chapitre 3.

Kuhn assimile le changement d'allégeance des savants d'un paradigme à un autre, incompatible, à une modification de la perception de la forme (*Gestalt switch*) ou à une « conversion religieuse ». Il n'existe pas d'argument purement logique qui démontre la supériorité d'un paradigme sur un autre et force ainsi un scientifique rationaliste à sauter le pas. Une des raisons de cette impossibilité tient à

ce que des éléments fort divers interviennent lorsqu'un homme de science juge les mérites d'une théorie scientifique. Sa décision dépend de la priorité qu'il accorde aux différents facteurs que sont la simplicité, le rapport avec une nécessité sociale pressante, la capacité de résoudre un type particulier de problème, etc. Ainsi, un savant peut être attiré par la théorie de Copernic en raison de la simplicité de certaines de ses caractéristiques mathématiques. Un autre pourra y voir la possibilité de réformer le calendrier. Un troisième hésitera à adopter la théorie de Copernic parce qu'il s'occupe de mécanique terrestre et sait que la théorie pose des problèmes à cet égard. Un quatrième pourra rejeter le système de Copernic pour des raisons religieuses.

Une seconde raison pour laquelle il n'existe pas de démonstration imposée par la logique pour établir la supériorité d'un paradigme sur un autre vient du fait que les tenants de paradigmes rivaux souscrivent à différents jeux de normes, principes métaphysiques, etc. Jugé selon ses propres normes, le paradigme A peut être jugé supérieur au paradigme B, mais cette appréciation peut s'inverser si on utilise les normes du paradigme B comme prémisses. La conclusion d'un argument ne s'impose que si ses prémisses sont acceptées. Les tenants de paradigmes rivaux n'accepteront pas les prémisses de l'autre camp et ne seront donc pas nécessairement convaincus par leurs arguments. C'est pour ce genre de raisons que Kuhn compare les révolutions scientifiques aux révolutions politiques. Puisque « les révolutions politiques visent à changer les institutions par des procédés que ces institutions elles-mêmes interdisent », « *tout recours politique échoue* » ; de la même façon, le choix « entre paradigmes concurrents s'avère être un choix entre des modes de vie de la communauté qui sont incompatibles » et aucun argument « ne saurait être rendu contrai-

gnant sur le plan de la logique ou même des probabilités⁸ ». Cela ne signifie pas pour autant que les divers arguments ne compteront pas parmi les facteurs les plus importants qui influencent les décisions des scientifiques. Du point de vue de Kuhn, le type de facteurs qui contribuent dans les faits à faire changer les scientifiques de paradigme est un sujet de recherche psychologique et sociologique.

Il y a un enchevêtrement de raisons qui expliquent pourquoi un paradigme est en concurrence avec un autre ; il n'y a pas d'argument logiquement contraignant qui dicte à un scientifique d'abandonner un paradigme au profit d'un autre. Il n'y a pas de critère unique indiquant à un scientifique comment juger les mérites ou les promesses d'un paradigme ; qui plus est, les tenants de programmes concurrents souscriront à différents jeux de normes et verront même le monde de différentes façons et le décriront avec différents langages. Les arguments et discussions entre tenants de paradigmes rivaux doivent viser à la persuasion plutôt qu'à la coercition. Ce que j'ai dit dans ce paragraphe correspond, je pense, à l'énoncé de Kuhn que les paradigmes rivaux sont « incommensurables ».

Une révolution scientifique signifie l'abandon d'un paradigme et l'adoption d'un nouveau, non par un savant isolé, mais par la communauté scientifique concernée dans son ensemble. A mesure que davantage de savants se convertissent, pour diverses raisons, au nouveau paradigme, il se produit une « modification croissante de la distribution des persuasions professionnelles⁹ ». Si la révolution est victorieuse, cette modification va faire tache d'huile jusqu'à concerner la majorité de la communauté scientifique, ne laissant à l'écart qu'une poignée de dissidents. Ceux-ci seront exclus de la communauté scientifique nouvelle et

8. *Ibid.*, pp. 134-136.

9. *Ibid.*, p. 217.

pourront peut-être trouver refuge dans un département de philosophie. Dans les deux cas, ils finiront par mourir.

4. *La fonction de la science normale et des révolutions*

Certains aspects des écrits de Kuhn peuvent donner l'impression que sa vision de la nature de la science est purement *descriptive*, c'est-à-dire n'a pas d'autre but que de décrire les théories scientifiques ou les paradigmes et l'activité des scientifiques. Si tel était le cas, le point de vue de Kuhn sur la science n'aurait que peu de valeur en tant que *théorie* de la science. Une théorie de la science fondée sur la seule description serait sujette à certaines des objections soulevées contre le point de vue inductiviste naïf de la formation des théories scientifiques. Il faut que le point de vue descriptif de la science soit modelé par une théorie, pour permettre de sélectionner les types d'activités et les résultats à décrire. En particulier, les activités et les productions de scientifiques de seconde zone devraient être étudiées avec autant de minutie que celles d'un Einstein ou d'un Galilée.

Cependant, il serait erroné de limiter la caractérisation de la science de Kuhn à la seule description de l'œuvre des scientifiques. Kuhn insiste sur le fait que son point de vue constitue une théorie de la science parce qu'il comprend une explication de la *fonction* de ses diverses composantes. Selon Kuhn, la science normale et les révolutions ont des fonctions nécessaires, de sorte que la science doit contenir soit ces caractéristiques soit d'autres qui rempliraient les mêmes fonctions. Voyons ce que sont pour lui ces fonctions.

Les périodes de science normale fournissent l'occasion aux scientifiques d'approfondir une théorie dans le détail. Œuvrant à l'intérieur d'un paradigme, dont ils tiennent les fondements pour acquis, ils sont alors capables d'effectuer le rigoureux travail théorique et expérimental nécessaire pour améliorer le degré d'adéquation entre le paradigme et la nature. C'est parce qu'ils font confiance à l'adéquation d'un paradigme que les savants décident de consacrer leur énergie aux tentatives de résoudre les énigmes de détail qui se présentent à eux à l'intérieur du paradigme, et non d'engager des querelles sur la légitimité des hypothèses et des méthodes fondamentales. Il est nécessaire que la science normale soit dans une large mesure non critique. Si tous les scientifiques passaient leur temps à critiquer toutes les parties du cadre conceptuel dans lequel ils travaillent aucune recherche approfondie ne pourrait se faire.

Si tous les scientifiques étaient et restaient des hommes de science normale, cela aurait pour conséquence que chaque discipline confinée à un paradigme unique ne progresserait jamais au-delà. Cela constituerait un sérieux handicap, du point de vue de Kuhn. Un paradigme incarne un cadre conceptuel particulier à travers lequel on voit et on décrit le monde et un jeu particulier de techniques expérimentales et théoriques pour faire correspondre le paradigme avec la nature. Mais il n'y a pas de raison *a priori* de s'attendre à ce qu'un paradigme soit parfait ou même le meilleur disponible. Il n'existe aucune procédure inductive permettant d'aboutir à des paradigmes parfaitement adéquats. Par conséquent, la science doit contenir en elle un moyen de rompre avec un paradigme pour passer à un autre, meilleur que le premier. Telle est la fonction des révolutions. Tous les paradigmes seront inadéquats dans une certaine mesure en ce qui concerne leur correspondance avec la nature. Quand l'inadéquation devient grave, autrement dit quand une crise se déclenche, il est essentiel, pour que la science puisse

effectivement progresser, d'en passer par la phase révolutionnaire et de remplacer l'entière du paradigme par un autre.

Kuhn oppose donc un progrès par des révolutions au progrès cumulatif cher aux inductivistes. Selon ces derniers, le savoir scientifique croît continûment au fur et à mesure que s'accumulent les observations, permettant la formation de nouveaux concepts, l'affinement des anciens et la découverte de nouvelles relations donnant lieu à des lois. Du point de vue particulier de Kuhn, cette vision est erronée, parce qu'elle amène à ignorer le rôle joué par les paradigmes pour guider l'observation et l'expérience. C'est précisément en raison de leur rôle persuasif sur la discipline scientifique qui se pratique en leur sein que le remplacement d'un paradigme par un autre doit être révolutionnaire.

Une autre fonction présente chez Kuhn vaut d'être mentionnée. Les paradigmes de Kuhn ne sont pas précis au point d'être remplacés par une série explicite de règles, comme cela a été mentionné plus haut. Différents savants ou groupes de savants peuvent interpréter et appliquer le paradigme de plusieurs façons différentes. Confrontés à la même situation, tous les scientifiques n'en tireront pas la même décision ou n'adopteront pas la même stratégie. Cela a l'avantage de multiplier le nombre de stratégies essayées. Les risques sont donc distribués à travers la communauté scientifique, et les chances de succès à long terme en sont augmentées. « Comment le groupe pourrait-il, dans sa totalité, assurer l'assise de ses paris¹⁰ », se demande Kuhn.

10. I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd., (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), *Criticism and the Growth of Knowledge*, p. 241.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

L'œuvre majeure de Kuhn est, bien sûr, *La Structure des révolutions scientifiques*, trad. Laure Meyer, Flammarion, Paris, 1983. Traduite d'après la deuxième édition datant de 1970, on y trouvera une postface dans laquelle Kuhn nuance et modifie dans une certaine mesure son point de vue. Il présente cette modification de sa conception originale du paradigme de manière plus détaillée dans « *Second Thoughts on Paradigms* », in *The Structure of Scientific Theories*, F. Suppe éd. (University of Illinois Press, Urbana, 1973), pp. 459-482. Criticism and the Growth of Knowledge, I. Lakatos et A. Musgrave éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1974) contient des articles où s'expriment des divergences entre les approches de la science poppériennes et kuhnniennes. Kuhn compare ses thèses à celles de Popper dans « *Logic of Discovery or Psychology of Research* », pp. 1-23, et répond à ses détracteurs poppériens dans « *Reflections on My Critics* », pp. 231-278. Un recueil plus récent d'essais de Kuhn a été publié sous le titre *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago University Press, Chicago, 1977). On voit très bien à quel point la position de Kuhn est avant tout sociologique dans son article « *Comment [on the Relation between Science and Art]* », *Comparative Studies in Society and History*, 11 (1969), pp. 403-412. D. Bloor défend Kuhn contre Lakatos dans « *Two Paradigms of Scientific Knowledge?* », *Science Studies*, 1 (1971), pp. 101-115. On lira un article qui tente d'axiomatiser le point de vue de Kuhn sur la science (!) par J. Sneed, et une discussion de cette tentative par Kuhn et W. Stegmüller, dans les *Proceedings of the 5th International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science in London, Ontario, août-septembre 1975*.

9

RATIONALISME ET RELATIVISME

Les deux chapitres qui précèdent traitent de deux points de vue contemporains qui se séparent sur des aspects fondamentaux. Lakatos et Kuhn diffèrent en effet sur leur appréciation de la distinction entre science et non-science, ou pseudo-science. Le choc entre les thèses de Kuhn, d'une part, et celles de Lakatos, ainsi que de Popper, de l'autre, a engendré une polarisation du débat entre « rationalisme » et « relativisme ». Le débat porte d'une part sur les questions de l'évaluation de la théorie et le choix entre théories et, d'autre part, sur les façons de démarquer la science de la non-science. Dans ce chapitre, je commencerai par décrire les deux positions extrêmes auxquelles je me référerai sous les étiquettes de rationalisme et relativisme. Ensuite j'examinerai dans quelle mesure on peut légitimement qualifier Lakatos et Kuhn de rationalistes ou de relativistes.

Dans la dernière section, j'introduirai un doute sur les termes dans lesquels le débat a été posé.

1. Rationalisme

Le rationaliste extrémiste pose l'existence d'un critère simple, éternel, universel permettant d'évaluer les mérites comparés de théories rivales. Par exemple, un inductiviste pourra considérer comme un critère universel le degré auquel une théorie est appuyée inductivement par des faits acceptés, alors qu'un falsificationniste établira son critère sur le degré de falsifiabilité de théories non falsifiées. Quelle que soit la formulation détaillée que le rationaliste donne au critère, l'une de ses caractéristiques majeures sera son universalité et son caractère ahistorique. Le critère d'universalité sera invoqué lorsque l'on juge les mérites relatifs de la physique d'Aristote et de Démocrite, l'astronomie de Ptolémée et de Copernic, la psychologie freudienne et behavioriste ou les théories cosmologiques du Big Bang et de l'état stationnaire. Aux yeux du rationaliste extrémiste, les décisions et les choix des scientifiques sont guidés par le critère universel. Le savant rationaliste rejettera des théories qui ne correspondent pas à ce critère et, lorsqu'il choisit entre deux théories rivales, préférera celle qui s'accorde le mieux avec lui. Le rationaliste est généralement persuadé que les théories qui correspondent aux exigences du critère universel sont vraies, approximativement vraies, ou probablement vraies¹. La citation de la page 40 décrit comment un scientifique, « surhumain » parce qu'il agit toujours rationnellement, devrait opérer selon un rationaliste inductiviste.

La distinction entre la science et la non-science est claire pour le rationaliste. Seules les théories qui peuvent être clairement évaluées à l'aide du critère universel et qui surmontent le test méritent le qualificatif de scientifiques. Ainsi un rationaliste inductiviste peut-il décréter que l'astrologie n'est pas une science parce qu'elle ne peut être induite

1. La notion de vérité est problématique. Elle sera discutée en détail au chapitre 13.

des faits d'observation, alors qu'un falsificationniste décrète que le marxisme n'est pas scientifique parce qu'il n'est pas falsifiable. Le rationaliste considérera comme évident le fait de privilégier le savoir qui s'accorde avec le critère d'universalité. Cela se produira en particulier si l'on comprend ce processus comme une voie menant à la vérité. La vérité, la rationalité et donc la science sont considérées comme intrinsèquement bonnes.

2. Relativisme

Le relativiste nie l'existence d'une norme de rationalité universelle, ahistorique, qui permettrait de juger qu'une théorie est meilleure qu'une autre. Ce qui est jugé meilleur ou pire du point de vue des théories scientifiques varie d'un individu à l'autre ou d'une communauté à l'autre. Le but de la quête du savoir dépendra de ce qui est important ou mis en valeur par l'individu ou la communauté en question. Par exemple, on attribuera le plus souvent un statut élevé à la recherche de la maîtrise matérielle de la nature dans les sociétés capitalistes occidentales, mais elle sera peu considérée dans une culture où on conçoit le savoir comme un moyen d'accéder au bonheur ou à la paix.

La maxime de Protagoras, philosophe grec de l'Antiquité, « l'homme est la mesure des choses », exprime un relativisme au sujet des individus, tandis que lorsque Kuhn écrit qu'il n'y a « aucune autorité supérieure à l'assentiment du groupe intéressé », il exprime un relativisme au sujet des communautés². Les différentes caractérisations du progrès et les divers

2. La remarque de Kuhn se trouve à la p. 136 de *La Structure des révolutions scientifiques*. Le fait qu'elle exprime ou non son point de vue général sera discuté dans la section 4.

critères de jugement des mérites des théories seront toujours relatifs à l'individu ou aux communautés qui y souscrivent.

Les décisions et choix que font les scientifiques ou les groupes de scientifiques seront gouvernés par ce que valorisent ces individus ou ces groupes. Dans une situation où un choix doit être fait, il n'y a pas de critère universel qui impose une décision logiquement nécessaire pour le scientifique « relativiste ». Pour comprendre les choix opérés par un scientifique en particulier, il faut comprendre ce qu'il met en valeur ; c'est là une démarche de type psychologique. Pour comprendre ceux opérés par une communauté, il faudra recourir à une démarche de type sociologique. Lorsque Boris Hessen explique l'adoption de la physique newtonienne au XVII^e siècle comme une réponse aux besoins technologiques de l'époque, c'est là une thèse relativiste au sujet des groupes ; quand Feyerabend dit que c'est « le lien entre les idées contenues dans toutes les parties du système (copernicien) ainsi que la croyance en la nature fondamentale du mouvement circulaire qui amènent Copernic à affirmer la réalité d'une Terre en mouvement », il exprime un relativisme au niveau individuel³.

Etant donné que les critères pour juger les mérites des théories dépendent, pour le relativiste, des valeurs ou intérêts de l'individu ou de la communauté, la distinction entre ce qui relève de la science et ce qui s'en sépare variera également de la même façon. Ainsi, les newtoniens considéraient une théorie liant les marées à l'attraction de la Lune comme de la bonne science, alors que Galilée y voyait la frontière du mysticisme occulte ; dans la société actuelle, la théorie du changement historique de Marx est de la bonne science pour

3. La thèse de Hessen, « The social and Economic Roots of Newton's "Principia" », se trouve dans N.I. BUKHARIN et al., *science at the Crossroads* (Cass, Londres, 1971), pp. 149-212. La citation de Feyerabend est tirée de *Science in a Free Society* (New Left Books, Londres, 1978), p. 50.

les uns et de la propagande pour les autres. Pour le relativiste extrémiste, la distinction entre science et non-science est bien plus arbitraire et bien moins essentielle qu'elle ne l'est pour le rationaliste. Un relativiste niera l'existence d'une catégorie unique, la « science », intrinsèquement supérieure à d'autres formes de savoir, tout en admettant le fait que des individus ou des communautés accordent une valeur élevée à ce qu'on a l'habitude d'appeler science. Le fait que la « science » (le relativiste pourra avoir tendance à utiliser des guillemets) jouit d'une haute considération dans notre société peut se comprendre en analysant notre société, et non pas en se restreignant à l'analyse de la nature de la science.

Ces schémas caricaturaux du rationalisme et du relativisme étant posés, voyons maintenant quelle place Lakatos et Kuhn y occupent.

3. *Lakatos rationaliste*

Certains des écrits de Lakatos indiquent qu'il occupe une position assez proche de celle que j'ai désignée sous le nom de rationalisme, et qu'il voyait avec horreur ce que j'ai appelé le relativisme, dont les thèses de Kuhn ne constituaient à ses yeux qu'une variante. Selon Lakatos, le débat « porte sur nos valeurs intellectuelles centrales⁴ ». Lakatos posait explicitement que le « problème central en philosophie des sciences est... celui d'établir des conditions *universelles* déterminant qu'une théorie est scientifique », problème qui est « lié de près à celui de la rationalité de la science » et dont la solution « doit nous guider sur la voie d'accepter ou de refuser qu'une

4. I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd., *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), p. 93.

théorie soit scientifique⁵ ». Du point de vue de Lakatos, une position relativiste affirmant que la norme la plus haute est celle de la communauté concernée nous laisse démunis pour critiquer cette norme. S'il « n'y a pas de moyen de juger une théorie autrement qu'en évaluant le nombre, la foi et la puissance vocale de ses partisans, alors la vérité se trouverait dans le pouvoir⁶ », le changement scientifique devient un sujet de « psychologie de foule » et le progrès scientifique consiste essentiellement « à rallier le camp du plus fort⁷ ». En l'absence de critères rationnels pour orienter le choix d'une théorie, tout changement d'allégeance théorique s'apparente à une conversion religieuse⁸.

La rhétorique de Lakatos, donc, laisse clairement entendre qu'il souhaite défendre le point de vue rationaliste et pourfendre le relativisme. Voyons de manière plus détaillée dans quelle mesure il est parvenu à défendre la position rationaliste.

Le critère universel de Lakatos pour l'évaluation de théories découle de son principe que « la méthodologie des programmes de recherche scientifique est mieux appropriée que toute autre méthodologie pour approcher la vérité dans notre univers réel⁹ ». La science progresse grâce à la compétition entre programmes de recherche. Un programme de recherche est meilleur qu'un de ses rivaux s'il a un caractère plus progressiste, ce qui dépend de son degré de cohérence et du nombre de prédictions nouvelles auxquelles il a conduit, ainsi que nous l'avons vu au chapitre 7. Le but de la science est la recherche de la vérité et, selon Lakatos, la

5. J. Worrall et G. Currie éd., *Imre Lakatos, Philosophical Papers. Volume I: The Methodology of Scientific Research Programmes* (Cambridge University Press, Cambridge, 1978), pp. 168-169. C'est l'auteur qui souligne.

6. LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 93.

7. *Ibid.*, p. 178.

8. *Ibid.*, p. 93.

9. Worrall et Currie (1978), vol. 1, p. 165. n. 2.

méthodologie des programmes de recherche fournit le meilleur moyen d'évaluer à quel degré et dans quelle mesure nous nous en sommes approchés.

« Je [Lakatos] donne des critères de progression et de stagnation à l'intérieur d'un programme ainsi que des règles pour l'"élimination" de programmes de recherche dans leur entier¹⁰. » En définissant des normes de rationalité, « la méthodologie des programmes de recherche peut nous aider à inventer des lois pour endiguer... la pollution intellectuelle¹¹ ». Ces remarques montrent que Lakatos cherchait un critère universel pour évaluer les programmes de recherche en particulier et le progrès scientifique en général.

Même si Lakatos proposait un critère de rationalité ou de scientificité visant à l'universalité, il ne le considérerait pas comme découlant de la seule logique, ou comme un quelconque don de Dieu. C'était à ses yeux une conjecture que l'on pouvait soumettre à des tests. Cette conjecture est adéquate parce qu'on peut la tester en la confrontant à l'histoire des sciences ou, plus précisément, au vu des travaux historiques menés par Lakatos et ses disciples, à l'histoire de la physique¹². *Grosso modo*, l'évaluation d'une méthodologie (et de la façon dont elle caractérise ce dont est fait le progrès) se mesure à sa capacité à rendre compte de la « bonne » science et de son histoire. Au premier coup d'œil, il semble s'agir d'un cercle. La méthodologie détermine quelles théories dans l'histoire de la physique font partie de la bonne

10. *Ibid.*, p. 112.

11. LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 176.

12. La façon dont Lakatos concevait la confrontation de sa méthodologie à l'histoire de la physique est exposée en détail dans son article « History of Science and its Rational Reconstructions », republié dans Worrall et Currie (1978), vol. 1, pp. 102-138. Sa présentation a été clarifiée et améliorée par John Worrall dans la section 5 de l'article « Thomas Young and the "Refutation" of Newtonian Optics: A Case-Study of the Interaction of Philosophy of science and History of science », in C. Howson éd., *Method and Appraisal in the Physical Sciences* (Cambridge University Press, Cambridge, 1976), pp. 107-179.

physique, théories qui sont précisément celles par rapport auxquelles la méthodologie doit être évaluée. Néanmoins, si l'on considère ce qu'a dit Lakatos de façon plus approfondie et en tenant compte des éclaircissements qu'en a fait Worrall, il n'en va pas ainsi. Il existe bien des moyens par lesquels des tests portant sur l'histoire de la physique pourront appuyer ou discréditer les thèses de Lakatos. La théorie de Lakatos est renforcée si l'on peut montrer que certains épisodes de l'histoire de la science, inexplicables avec des théories rivales, s'expliquent au moyen de la méthodologie des programmes de recherche. Par exemple, l'étude de Worrall du rejet de la théorie ondulatoire de la lumière de Thomas Young et du maintien de la théorie corpusculaire de Newton au début du XIX^e siècle va dans le sens de Lakatos. Worrall montre que le rejet de Young, qui pose des problèmes du point de vue des méthodologies rivales et que l'on a expliqué en recourant à des théories facilement discréditées telles que l'exhortation au culte de Newton, est en complet accord avec la méthodologie de Lakatos. Une deuxième façon de soutenir la théorie de Lakatos est la suivante : la méthodologie peut servir à identifier un programme qui a été fortement appuyé par la communauté scientifique, mais qui n'est pas conforme à la méthodologie des programmes de recherche, identification qui peut ensuite conduire à découvrir une nouvelle cause externe, comme l'intervention d'un quelconque gouvernement ou monopole industriel. Si un épisode de l'histoire des sciences ne se conforme pas à la méthodologie de Lakatos, et si aucune explication externe, satisfaisante, indépendante n'est trouvée, ce serait là un argument contre les thèses de Lakatos, surtout si une méthodologie rivale permet une meilleure interprétation de cet exemple historique.

Lakatos propose donc un critère universel de rationalité qui est conjectural et doit être mis à l'épreuve sur des cas tirés de l'histoire des sciences. Il affirme que ce critère a mieux résisté que d'autres critères rivaux à des tests portant sur des

épisodes tirés des deux derniers siècles d'histoire de la physique. Les études de cas faites dans l'histoire par Lakatos et ses disciples ont certainement appuyé cette affirmation.

Certaines remarques de Lakatos suggèrent que son critère de rationalité a été conçu pour guider le choix entre théories. C'est ce qu'indiquent les citations précédentes dans cette section, qui montrent que Lakatos espérait formuler des règles pour éliminer certains programmes de recherche et endiguer la pollution intellectuelle. En dépit de ces remarques, la méthodologie de Lakatos ne parvient pas à servir de guide pour les scientifiques, ce que Lakatos a reconnu¹³.

En particulier, il ne découle pas des thèses de Lakatos que les scientifiques soient tenus d'adopter des programmes progressistes et d'abandonner ceux qui accusent des signes de dégénérescence. Il est toujours possible qu'un programme dégénérant fasse un retour en scène. « On ne peut être "sage" qu'après coup... On *doit* savoir qu'un adversaire, même s'il est grandement distancé, peut encore revenir en scène. On n'aura jamais sur ce plan un avantage absolument probant¹⁴. » Par conséquent, « on peut rationnellement s'attacher à un programme qui dégénère jusqu'à ce qu'il soit vaincu par un rival *et même après*¹⁵ ». Bien que la théorie de Lakatos contienne une définition de ce qu'a été le progrès en physique, il ne propose aucun élément qui permettrait de guider ceux qui ont pour but de contribuer à ce progrès. Sa méthodologie « est plus un guide pour l'historien des sciences

13. « Bien sûr, je n'indique pas à l'homme de science ce qu'il doit faire dans une situation où deux programmes de recherche progressistes sont en concurrence... Je ne peux que juger ce qu'ils *auront* fait : je pourrai dire s'ils ont accompli ou non un progrès. Mais je ne peux — ni ne souhaite — les conseiller sur ce que devraient être leurs préoccupations ou les directions à suivre pour orienter leurs recherches dans la voie d'un progrès. » I. LAKATOS, « Replies to Critics », in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R. BUCK et R.S. COHEN éd. (Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1971), p. 178. C'est l'auteur qui souligne.

14. WORRALL et CURRIE (1978), vol. 1, p. 113. C'est l'auteur qui souligne.

15. *Ibid.*, p. 117. C'est l'auteur qui souligne.

que pour le scientifique¹⁶ ». Lakatos n'a pas réussi à formuler la vision rationaliste de la science que nombre de ses remarques indiquent qu'il visait à atteindre.

Selon Lakatos, un domaine de recherches est une science s'il se conforme à la méthodologie des programmes de recherche scientifique et ne l'est pas dans le cas contraire ; on gardera présent à l'esprit qu'il s'agit d'une conjecture à tester par rapport à l'histoire de la physique. Il est évident que Lakatos considère comme acquis le fait que la physique constitue le paradigme de la rationalité et de la bonne science. Il suppose, sans l'argumenter, que la science, illustrée par l'exemple de la physique, est supérieure aux formes de savoir qui ne partagent pas ses caractéristiques méthodologiques. Il a écrit quelque part que l'énoncé « la physique a un degré de vérisimilarité plus élevé que l'astrologie » est un énoncé plausible et se demande pourquoi il ne devrait pas être accepté en l'absence de toute alternative sérieuse¹⁷. Cela souligne une sérieuse faiblesse en philosophie. Lakatos a présenté sa méthodologie comme une réponse au problème de la distinction entre rationalité et irrationalité, comme une tentative d'endiguer la pollution intellectuelle et de jeter la lumière sur des questions « vitales sur le plan social et politique » comme le statut du marxisme ou celui de la recherche contemporaine en génétique¹⁸. Or il semble qu'il ait supposé une grande partie de la réponse depuis le début et sans argument. Lakatos supposait en effet que tout domaine de recherche qui ne partage pas les caractéristiques principales de la physique ne relève pas de

16. *Ibid.*, p. 154.

17. *Ibid.*, p. 166.

18. Voir, par exemple, son essai « Science and Pseudo-Science », in WORRAL et CURRIE (1978), vol. 1, pp. 1-7.

la science et lui est inférieur du point de vue de la rationalité¹⁹.

4. Kuhn relativiste

Kuhn mentionne de nombreux critères qui peuvent être utilisés pour évaluer si une théorie est meilleure que sa rivale. Parmi eux, « la précision de la prédiction, en particulier de la prédiction quantitative ; le rapport entre le nombre de sujets quotidiens et de sujets ésotériques ; et le nombre de problèmes différents résolus » et aussi, bien que moins importants, « la simplicité, l'étendue et la compatibilité avec d'autres spécialités²⁰ ». De tels critères constituent les valeurs de la communauté scientifique. Le moyen par lequel ces valeurs sont spécifiées « doit, en dernière analyse, être psychologique ou sociologique. Autrement dit, il doit être une description du système de valeurs d'une idéologie, en même temps qu'une analyse des institutions à travers lesquelles ce système se transmet et se renforce²¹ ». « Il n'y a pas d'autorité supérieure à l'assentiment du groupe concerné²². » Ces aspects de la position de Kuhn sont conformes à la façon dont j'ai caractérisé le relativisme. Le fait qu'une théorie soit ou non meilleure qu'une autre doit être jugé relativement aux normes de la communauté appropriée, et ces normes varient selon la situation historique et culturelle de la communauté. Le relativisme de Kuhn

19. Dans son article « On the Critique of Scientific Reason », in HOWSON (1976), pp. 309-339, Feyerabend distingue les questions « Qu'est-ce que la science ? » et « Qu'est-ce que la science a de si formidable ? » et observe que Lakatos ne propose aucune réponse à la seconde.

20. *La Structure des révolutions scientifiques*.

21. LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 21.

22. *La Structure des révolutions scientifiques*, p. 136.

est mis en relief dans la conclusion de la postface de *La Structure des révolutions scientifiques*. « Comme le langage, la connaissance scientifique est intrinsèquement la propriété commune d'un groupe, ou alors elle n'est pas. Pour la comprendre, il nous faudra connaître les caractéristiques particulières des groupes qui la créent et l'utilisent²³. »

Kuhn nie être relativiste. Répondant à cette accusation, il écrit : « Les théories scientifiques de date récente sont meilleures que celles qui les ont précédées, sous l'aspect de la solution des énigmes dans les contextes souvent fort différents auxquels elles s'appliquent. Ce n'est pas là une position de relativiste, et elle précise en quel sens je crois fermement au progrès scientifique²⁴. » Il semble en découler que Kuhn est un rationaliste spécifiant un critère universel permettant d'évaluer les mérites relatifs des théories, notamment la capacité à résoudre des problèmes. Pourtant, l'affirmation de Kuhn selon laquelle il n'est pas relativiste ne me semble pas recevable. Il remarque lui-même que les considérations fondées sur la capacité à résoudre des problèmes ne sont « ni individuellement ni collectivement obligatoires » en ce qui concerne les mérites relatifs des paradigmes concurrents et que « les considérations esthétiques (selon lesquelles une théorie nouvelle est considérée "plus pure", "plus adaptée" ou "plus simple" que l'ancienne) peuvent parfois être décisives²⁵ ». Ce qui nous ramène à la position relativiste. Un critère universel de progrès fondé sur la capacité à résoudre des problèmes pose un problème supplémentaire, celui d'une formulation non relativiste. La vision de la science de Kuhn lui-même amène à envisager la dépendance d'un problème par rapport à un paradigme ou à une communauté. Mon exemple préféré concerne la

23. *Ibid.*, p. 284.

24. *Ibid.*, p. 279.

25. *Ibid.*, p. 279.

détermination des poids atomiques et moléculaires des éléments naturels et des composés au XIX^e siècle. Leur détermination précise a soulevé des problèmes importants à l'époque. Du point de vue du XX^e siècle on dira que les composés naturels contiennent, au regard de la chimie théorique, un mélange arbitraire et sans intérêt théorique d'isotopes de sorte que, comme l'a remarqué F. Soddy, la laborieuse entreprise des chimistes du XIX^e siècle « apparaît comme ayant aussi peu d'intérêt et de signification que la détermination du poids moyen d'une collection de bouteilles, dont certaines sont pleines et d'autres plus ou moins vides²⁶ ».

Tout en ne niant pas que la science progresse, Kuhn lui refuse sans ambiguïté un progrès vers la vérité. Dans le chapitre 13 je tenterai d'expliquer pourquoi je suis d'accord avec lui sur ce point.

En ce qui concerne le choix entre théories, Kuhn affirme que la logique n'impose aucun critère : « Il n'y a pas d'algorithme neutre pour le choix d'une théorie, pas de procédure systématique de décision qui, appliquée à bon escient, doive conduire chaque individu du groupe à la même décision²⁷ ». Au sein d'une communauté scientifique il existe des valeurs sanctionnées par la communauté qui guident le choix des savants, parmi lesquelles la précision, l'étendue d'application, la simplicité, la fécondité, etc. Les savants porteurs de ces valeurs peuvent être amenés à opérer différents choix dans une même situation concrète. Cela est dû au fait qu'ils peuvent pondérer différemment les diverses valeurs, et appliquer différemment le même critère dans une même situation concrète.

Pour Kuhn, le fait de savoir si un domaine peut ou non prétendre au qualificatif de science dépend de savoir s'il se

26. Cité par Lakatos dans LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 140.

27. *La Structure des révolutions scientifiques*, p. 271.

conforme ou non à la vision de la science proposée dans *La Structure des révolutions scientifiques*. Ce qui caractérise essentiellement un domaine de recherche par rapport à la délimitation entre science et non-science est de savoir, selon Kuhn, si ce domaine est capable de donner lieu à une tradition de science normale. Comme le dit Kuhn, « il est difficile de trouver un autre critère (...) qui proclame si clairement qu'un domaine de recherche est devenu une science²⁸ ».

Le critère de démarcation de Kuhn a été critiqué par Popper parce qu'il met l'accent sans raison sur le rôle de la critique dans la science ; par Lakatos parce que, entre autres choses, il néglige l'importance de la compétition entre programmes de recherches (ou paradigmes) ; et par Feyerabend parce que la distinction faite par Kuhn amène à conclure que le crime organisé et la philosophie d'Oxford ont droit au titre de science²⁹.

Comme Lakatos, Kuhn ne montre pas que la science est supérieure à d'autres domaines de recherche, il le présuppose. En fait, il suggère que, si une théorie de la rationalité entre en conflit avec la science, il nous faudra changer de théorie de la rationalité. « Supposer plutôt que nous possédons des critères de rationalité indépendants de notre compréhension de l'essentiel du progrès scientifique revient à ouvrir la porte du Pays de cocagne³⁰. » La haute estime en laquelle Kuhn aussi bien que Lakatos tiennent la science, en tant qu'exemple de rationalité, sans que cela soit mis en question, constitue, à mon avis, le point où la position de Kuhn s'éloigne du relativisme tel que je l'ai caractérisé.

L'utilisation par Lakatos de termes comme panique

28. *Ibid.*, p. 44.

29. La critique de Popper se trouve dans son article « Normal Science and its Dangers », in LAKATOS et MUSGRAVE (1974), pp. 51-58 ; on lira celle de Lakatos dans le même volume, p. 155, ainsi que celle de Feyerabend, pp. 200-201.

30. LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 264.

contagieuse à propos de ce que dit Kuhn des états de crises et « psychologie des foules » à propos des révolutions est exagérée. Ces termes recèlent néanmoins un élément de vérité. Dans la vision de la science de Kuhn, les valeurs qui agissent dans les processus scientifiques et qui déterminent l'acceptation ou le rejet de théories doivent être discernées par une analyse psychologique ou sociologique de la communauté scientifique. Bien que l'analyse sociologique occupe une place importante chez Kuhn, il propose très peu d'éléments dans la voie d'une théorie sociologique et ne fait aucune proposition sur la façon de distinguer les moyens acceptables et inacceptables d'atteindre un consensus. Lakatos s'en sort un peu mieux de ce point de vue dans la mesure où il offre des moyens de critiquer *certaines* décisions de la communauté scientifique.

Pour résumer ce qui a été dit jusqu'ici dans ce chapitre, on pourra dire que Lakatos visait à donner un point de vue rationaliste de la science mais a échoué, alors que Kuhn niait qu'il visait à donner un point de vue relativiste mais en a néanmoins donné un.

5. Pour changer les termes du débat

Dans ce chapitre la présentation du rationalisme et du relativisme a porté presque exclusivement sur les évaluations et jugements de certains aspects du savoir. Nous avons analysé divers types de critères permettant à des individus ou à des groupes de juger si une théorie est meilleure qu'une autre, ou si une discipline donnée est ou n'est pas scientifique. La pertinence de ce type de questionnement pour comprendre la nature fondamentale de la science est remise en cause quand on fait apparaître la nette distinction qui existe entre certains états de faits et les jugements que portent

sur eux des individus ou des groupes. N'est-il pas possible, par exemple, qu'une théorie soit meilleure qu'une rivale, au sens où elle serait plus proche de la vérité, plus à même de résoudre des problèmes, meilleur instrument de prédiction, même si aucun individu ou groupe ne juge qu'il en est ainsi ? N'arrive-t-il pas que des individus ou les groupes se trompent dans leurs jugements sur la nature ou le statut d'une théorie ? Le fait de soulever ce genre de questions indique qu'il pourrait exister un moyen d'analyser la science, ses buts et la façon dont elle progresse, centré sur les caractéristiques de la science elle-même, sans tenir compte de ce que pensent les individus ou les groupes. Dans le chapitre suivant je proposerai une conception du changement théorique en physique, indépendante des jugements des individus ou des groupes.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Le texte classique auquel on se référera pour connaître le débat entre Kuhn d'une part et Popper et Lakatos de l'autre est celui de I. Lakatos et A. Musgrave éd., Criticism and the Growth of Knowledge (Cambridge University Press, Cambridge, 1979). Le livre de G. Radnitzky et G. Anderson, Progress and Rationality in Science (Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1978), fait suite à ce volume. La position de Lakatos est discutée et critiquée dans R.S. Cohen, P.K. Feyerabend et M.W. Wartofsky éd., Essays in Memory of Imre Lakatos (Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1976). On y lira en particulier avec intérêt l'article d'Alan Musgrave, « Method or Madness? », pp. 457-491. La défense de la rationalité de Lakatos est critiquée par Feyerabend dans son livre Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance (trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil,

Paris, 1979), ch. 16 et dans son article « On the Critique of Scientific Reason », in C. Howson éd., Method and Appraisal in the Physical Sciences (Cambridge University Press, Cambridge, 1976), pp. 309-339. Harold I. Brown, dans Perception, Theory and Commitment : The New Philosophy of Science (University of Chicago Press, Chicago, 1977), donne une vision très claire et très lisible d'une position relativiste proche de celle de Kuhn. Un point de vue relativiste dans la tradition de la sociologie de la science est celui de D. Bloor, Sociologie de la logique ou les Limites de l'épistémologie, trad. de Knowledge and Social Imagery (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1976), par D. Ebnöther, Assoc. Pandore, Paris, 1983. L'article de Denise Russell, « Scepticism in Recent Epistemology », in Methodology and Science, 14 (1981), pp. 139-154, est utile pour clarifier certaines questions du débat entre rationalisme et relativisme.

L'OBJECTIVISME

J'entends le terme objectivisme, à propos du savoir, comme le point de vue qui met l'accent sur le fait que certaines composantes du savoir, depuis les propositions simples jusqu'aux théories complexes, ont des propriétés et des caractéristiques qui dépassent les croyances et les degrés de connaissance des individus qui les conçoivent et les prennent en compte. (Ainsi, on pourrait observer, en bon objectiviste, que le point de vue que je présente dans ce chapitre n'est pas exempt de contradictions ou peut mener à des conséquences imprévues et indésirables.) L'objectivisme s'oppose à ce que j'appellerai l'individualisme, le fait de considérer la connaissance en termes de croyances individuelles. Afin de clarifier ce que signifie l'objectivisme, il sera utile de présenter brièvement ce qu'est l'individualisme et de montrer en quoi il s'oppose à l'objectivisme.

1. *L'individualisme*

L'individualiste voit la connaissance comme un agencement particulier de croyances possédées par les individus et qui se situent dans leurs esprits ou cerveaux. Ce point de vue est certainement renforcé par l'usage commun. Si je dis: « Je connais la date à laquelle j'ai écrit ce paragraphe, mais vous, vous ne la connaissez pas », je me réfère à quelque chose qui fait partie de mes croyances et qui est absent de votre esprit ou de votre cerveau. Si je vous demande: « Connaissez-vous la première loi du mouvement de Newton? », ma question porte sur ce avec quoi vous, individu, êtes familiarisé. Il est clair que l'individualiste qui accepte cette façon de comprendre le savoir en termes de croyance n'acceptera pas toutes les croyances comme authentique savoir. Si je crois que la première loi de Newton s'exprime ainsi: « Les pommes tombent vers le bas », je suis tout simplement en train de faire fausse route et ma croyance erronée ne constituera pas un savoir. Pour qu'une croyance puisse faire partie d'un savoir authentique, on doit pouvoir la justifier en montrant qu'elle est vraie, ou probablement vraie, en faisant appel à une preuve appropriée. « Le savoir, de ce point de vue, est une croyance vraie convenablement prouvée, ou s'exprime par quelque formule similaire¹. »

Si l'on considère le savoir du point de vue individualiste, il n'est pas difficile de voir qu'un problème fondamental se pose. C'est ce que l'on appelle la régression infinie des causes qui remonte au moins à Platon. Pour justifier un énoncé quelconque, on aura recours à d'autres énoncés qui en constitueront la preuve. Mais cela fait apparaître le problème de la justification de

1. D.M. ARMSTRONG, *Belief, Truth and Knowledge* (Cambridge University Press, Cambridge, 1973), p. 137.

ces énoncés mêmes qui constituent la preuve. Si nous les justifions en faisant appel à davantage d'énoncés donnés, le problème se répète et continuera à se répéter tant qu'on n'aura pas trouvé le moyen de couper court à cette menace de régression infinie. Pour prendre un exemple parlant, considérons que mon propos soit de justifier la première loi de Kepler, selon laquelle les planètes gravitent autour du Soleil en suivant des orbites elliptiques. Si je procède en montrant que sa validité approximative est une conséquence des lois de Newton, ma justification est incomplète tant que je ne justifie pas les lois de Newton. Si je tente de justifier les lois de Newton en recourant à une preuve expérimentale, alors se pose la question de la validité de cette preuve expérimentale, etc. Pour éviter cet écueil de la régression infinie, il semble qu'il soit nécessaire de disposer d'un jeu d'énoncés qui n'ont pas besoin d'être justifiés en faisant appel à d'autres énoncés mais qui en un certain sens se justifient d'eux-mêmes. Un tel jeu d'énoncés constituerait les *fondements de la connaissance*, et toute croyance destinée à recevoir le statut de connaissance devrait être justifiée en remontant jusqu'à ces fondements.

Si l'on décompose ainsi le problème de la connaissance, on voit aisément que deux traditions rivales de la théorie de la connaissance, le rationalisme classique² et l'empirisme, s'affrontent. Pour résumer brièvement et sans nuances, nous pouvons présenter les arguments suivants. Les êtres humains, en tant qu'individus, disposent de deux façons d'acquérir une connaissance sur le monde : la pensée et l'observation. Si nous privilégions le premier mode sur le second, nous obtenons une théorie rationa-

2. Le rationalisme classique ne doit pas être confondu avec le rationalisme que j'ai opposé au relativisme au chapitre précédent. J'espère que ces deux acceptions assez différentes du mot rationalisme ne prêteront pas à confusion.

liste classique de la connaissance, et dans le cas contraire, l'empirisme.

Selon le rationalisme classique, les véritables fondements du savoir sont accessibles à l'esprit humain. Les propositions qui constituent ces fondements se révèlent vraies de façon claire, distincte, elles constituent leurs propres preuves à l'issue d'un raisonnement et d'un examen approfondis. L'illustration classique de la conception rationaliste du savoir est la géométrie euclidienne. Les fondements de ce corps particulier du savoir sont des axiomes, des énoncés comme celui-ci : « Deux points ne peuvent être reliés que par une seule ligne droite. » Il est plausible de dire de tels axiomes qu'ils sont vrais en eux-mêmes (même si d'un point de vue moderne certains sont considérés comme faux à la lumière de la théorie de la relativité générale d'Einstein). Une fois que leur vérité a été établie, tous les théorèmes qui en découlent par déduction seront également vrais. Les axiomes auto-évidents constituent les fondements sûrs qui justifient le savoir de la géométrie, selon l'idéal rationaliste. Le premier rationaliste moderne du type que j'ai décrit ici était René Descartes.

Pour un empiriste classique, on accède aux véritables fondements du savoir par les sens. Les empiristes supposent que les individus peuvent établir la vérité de certains énoncés en les confrontant au monde par l'entremise de leurs sens. Les énoncés ainsi établis constituent les fondements sur lesquels le savoir ultérieur se construit par une certaine forme d'inférence inductive. John Locke fut l'un des premiers empiristes modernes. La vision inductiviste de la science décrite au chapitre 1 représente une forme d'empirisme.

2. L'objectivisme

Un individu qui vient au monde arrive dans un monde où existe déjà beaucoup de savoir. Celui qui vise à devenir physicien sera confronté avec un corps de savoir qui constitue l'état actuel de développement de la physique, et il lui faudra se familiariser avec une grande partie de ce savoir s'il souhaite faire une contribution au domaine. L'objectiviste privilégie, dans son analyse de la connaissance, les caractéristiques des éléments ou des corps de savoir auxquels sont confrontés les individus, indépendamment de leurs attitudes, de leurs croyances ou d'autres états subjectifs. Pour utiliser un raccourci rapide, la connaissance est traitée comme quelque chose d'extérieur à l'esprit ou au cerveau des individus, et non comme quelque chose d'intérieur.

Le point fort de l'objectivisme peut être illustré par des propositions très simples. Un langage étant donné, les propositions qui en font partie auront des propriétés dont les individus seront ou ne seront pas informés, dont ils auront ou non connaissance. Par exemple, la proposition « mon chat et moi vivons dans une maison où n'habite aucun animal » a la propriété d'être contradictoire, alors que les propositions « j'ai un chat » et « aujourd'hui un cochon d'Inde est mort » ont la propriété d'être les conséquences de la proposition « aujourd'hui mon chat blanc a tué le cochon d'Inde du voisin ». Dans ces exemples simples, le fait que les propositions ont des propriétés que j'ai isolées paraît assez trivial à quiconque les examine, mais il n'en va pas toujours ainsi. Par exemple, dans un procès pour meurtre, un avocat peut découvrir, après une analyse minutieuse, que la déposition d'un des témoins contredit celle d'un autre. Si cela se produit, cet état de fait est indépendant des intentions des témoins, du fait de savoir s'ils en sont conscients ou non

ou s'ils le croient ou non. Qui plus est, si notre avocat n'avait pas mis à jour cette incohérence, elle aurait pu rester inconnue et personne n'en aurait jamais été informé. Le fait n'en reste pas moins que les rapports des deux témoins étaient contradictoires. Les propositions peuvent donc avoir des propriétés tout à fait indépendantes de la conscience qu'en a un individu. Elles ont des propriétés « objectives ».

L'enchevêtrement de propositions composant un domaine du savoir à une étape de son développement aura également des propriétés dont ceux qui les utilisent ne seront pas nécessairement informés. La structure théorique qu'est la physique moderne est si complexe que l'on ne peut clairement l'identifier ni avec les croyances d'un physicien ni avec celles d'un groupe de physiciens. De nombreux scientifiques contribuent chacun à sa manière, avec son propre talent, à la croissance et à la formulation de la physique, exactement comme la construction des cathédrales avait nécessité une collaboration entre de nombreux corps de métiers. Et, comme un restaurateur de clochers heureux pourra rester, Dieu soit loué, dans l'ignorance des implications d'une macabre découverte faite par des ouvriers qui avaient creusé près des fondations d'une cathédrale, un théoricien de haut niveau pourra ne pas connaître l'importance de certaines découvertes expérimentales pour la théorie sur laquelle il travaille. Dans ces deux cas, les relations objectives peuvent exister entre certaines parties de la structure indépendamment de la connaissance qu'en a chaque individu.

Un argument de poids en faveur de la position objectiviste est que les théories scientifiques peuvent avoir et ont souvent des conséquences qui n'étaient pas prévues par ceux qui ont été les premiers à proposer la théorie et dont ils n'avaient pas conscience. Ces conséquences, telles

que la prédiction d'un nouveau type de phénomène ou un conflit inattendu avec quelque autre partie de la théorie, existent en tant que propriétés de la nouvelle théorie restant à découvrir par une pratique scientifique ultérieure. Ainsi, Poisson découvrit et démontra que la théorie ondulatoire de la lumière de Fresnel amenait à prédire l'existence d'une tache brillante au centre de la face ombragée d'un disque illuminé, conséquence dont Fresnel lui-même n'avait pas eu conscience. On découvrit également divers conflits entre la théorie de Fresnel et la théorie corpusculaire de Newton, qu'elle mettait en question. Par exemple, la première prédisait que la lumière devait se déplacer plus vite dans l'air que dans l'eau, alors que la seconde prédisait que la vitesse de la lumière dans l'eau devait être la plus grande. Ce type d'événements fournit une preuve convaincante que les théories scientifiques ont une structure objective en dehors de l'esprit des scientifiques individuels et ont des propriétés qui peuvent ou non être découvertes et exhibées et qui sont ou ne sont pas comprises par tel ou tel savant ou groupe de scientifiques. Voici un exemple un peu plus développé, qui devrait servir à illustrer ce point et à en révéler également un autre qui lui est lié.

Quand Clerk Maxwell développa sa théorie électromagnétique dans les années 1860, il avait à l'esprit de nombreuses intentions explicites. Il cherchait en particulier à développer une explication mécanique des phénomènes électromagnétiques. Maxwell souhaitait assurer à la théorie de Faraday, qui contenait des concepts comme les « lignes de force », etc., ce qu'il considérait comme des fondements plus solides, en la restreignant à une théorie mécanique d'un éther mécanique. Au cours de ses recherches, Maxwell trouva commode d'introduire un nouveau concept, le courant de déplacement. L'une des conséquences intéressantes de ce déplacement fut qu'il

conduisit à la possibilité d'une explication électromagnétique de la nature de la lumière, ce que Maxwell réussit à montrer. Je souhaite mettre l'accent ici sur les points suivants. Premièrement, Maxwell n'avait pas connaissance — et ce jusqu'à sa mort — de l'une des conséquences les plus spectaculaires de sa théorie, la prédiction d'un nouveau type de phénomènes, les ondes radio, qui pouvaient être engendrées par des sources électriques oscillantes³. Le fait que cette conséquence était contenue dans la théorie de Maxwell, même si Maxwell lui-même n'en fut pas conscient, a été découvert et clairement démontré, malgré quelques faux départs, par G.F. Fitzgerald en 1881, deux ans après la mort de Maxwell. Deuxièmement, la formulation par Maxwell de la théorie électromagnétique allait constituer la première pierre sur la voie de la remise en cause du point de vue que l'intégralité du monde physique devait être expliquée comme un système matériel soumis aux lois de Newton, point de vue défendu avec acharnement par Maxwell et son école. La relation objective entre la théorie de Newton et celle de Maxwell est telle que la dernière ne peut être réduite à la première, même si on n'a pu en juger ainsi avant les premières décennies du xx^e siècle. Le programme de réduction de l'électromagnétisme à la mécanique d'un éther, que souhaitaient tous les adeptes de l'école maxwellienne, était condamné dès son origine.

Voici un autre exemple, qui appelle d'autres développements, et qui confirme l'existence objective des situations

3. On trouvera des arguments en faveur de ce point controversé, dans A.F. CHALMERS, « The Limitations of Maxwell's Electromagnetic Theory », *Isis*, 64 (1973), pp. 469-483. Voir également l'analyse détaillée de la tentative de Maxwell de réduire l'électromagnétisme à la mécanique d'un éther, dans A.F. CHALMERS, « Maxwell's Methodology and His Application of It to Electromagnetism », *Studies in History and Philosophy of Science*, 4 (1973), pp. 107-164.

à problème. Pendant que les maxwelliens Oliver Lodge et Joseph Larmor cherchaient à formuler des modèles d'éther, d'autres physiciens du continent européen mettaient sur pied un autre programme dérivé de la théorie de Maxwell. H.A. Lorentz, en Hollande, et H. Hertz, en Allemagne, montrèrent que l'on pouvait développer fructueusement la théorie de Maxwell et l'appliquer à des situations nouvelles sans faire intervenir l'éther mécanique censé être en arrière-plan des quantités de champ, et en étudiant particulièrement les propriétés des champs, reliées entre elles par les équations de Maxwell. Cette voie se révéla féconde et mena jusqu'à la théorie de la relativité restreinte d'Einstein. Je désire attirer l'attention ici sur le fait que le programme adopté par Lorentz, Hertz et d'autres était déjà présent dans les écrits de Maxwell en tant qu'opportunité objective; cette opportunité ne fut pas saisie par les maxwelliens mais par Lorentz.

Popper a fait une analogie entre des situations à problèmes qui existent objectivement dans la science et le nichoir qui se trouvait dans son jardin. Le nichoir représente une situation à problème qui existe objectivement et une opportunité à saisir par les oiseaux. Un jour, il peut se faire que certains oiseaux saisissent l'opportunité qui leur est offerte, résolvent le problème, et réussissent à construire un nid grâce à la boîte. Le problème et l'opportunité existent pour les oiseaux, qu'ils y répondent ou non. D'une façon analogue, les situations à problème existent au sein de l'édifice théorique de la science, qu'elles soient ou non reconnues ou exploitées par les savants. Le fait que les situations à problèmes fournissent des opportunités objectives permet d'expliquer les cas de découvertes scientifiques simultanées, comme la loi de la conservation de l'énergie qui fut « découverte » simultanément, en 1840, par des savants travaillant

indépendamment. Quand ils s'interrogent sur le statut d'une théorie ou d'un programme de recherche, les objectivistes s'intéressent au premier chef aux caractéristiques de ces théories ou de ces programmes plutôt qu'aux croyances, convictions, ou attitudes des individus ou groupes impliqués dans cette recherche. Ils se pencheront, par exemple, sur la relation entre la théorie de Newton et celle de Galilée, et s'efforceront de montrer en quel sens on peut considérer la première comme une avancée par rapport à la seconde. Ils ne s'intéresseront pas en revanche aux attitudes adoptées par Galilée ou par Newton envers leurs propres théories. Que Galilée ait ou n'ait pas cru fermement à la véracité de ses théories n'est pas un élément déterminant pour comprendre la physique et sa croissance, même si cela prend une importance cruciale s'il s'agit de comprendre Galilée.

3. *La science, pratique sociale*

Le point de vue objectiviste que j'ai présenté jusqu'ici repose sur les théories qui s'expriment explicitement par des propositions verbales ou mathématiques. Cependant, la science ne se réduit pas à cet aspect. Une science est formée, à toute étape de son développement, d'une série de techniques pour formuler, exprimer et tester les théories qui en définissent le domaine. Une science se développe un peu comme on construit une cathédrale: elle résulte de la collaboration de nombreux travailleurs qui mettent en commun leurs savoir-faire. Comme le dit J.R. Ravetz, « le savoir scientifique se construit grâce à un dessein social complexe, il est issu du travail de nombreux professionnels qui interagissent, chacun à leur manière,

sur le monde de la nature⁴». Une caractérisation d'une science, pour être tout à fait objectiviste, doit comprendre la description des savoir-faire et des techniques qui en font partie.

La pratique de la physique depuis Galilée possède un trait général caractéristique, celui d'inclure l'expérience. L'expérience consiste en une interaction planifiée, guidée par une théorie, avec la nature. Une situation artificielle est construite en vue d'explorer et de tester la théorie. Ce type de pratique expérimentale n'existait pas dans la physique d'avant Galilée. On verra une conséquence importante du fait que la physique inclut l'expérience dans ses fondements mêmes, aux chapitres 13 et 14.

Les détails des techniques expérimentales de la physique ont changé, bien entendu, à mesure que la physique s'est développée. L'expérimentateur individuel qui construit un appareil utilisera, pour juger sa fiabilité et sa capacité à produire des données, des savoir-faire qu'il a appris en partie dans les manuels mais surtout par des essais et des erreurs et par des contacts avec des collègues plus expérimentés. Quelle que soit la confiance qu'un expérimentateur accorde aux résultats qu'il obtient, cette confiance subjective ne suffira pas à intégrer ses résultats au sein de la connaissance scientifique. Il faut que ses résultats puissent être soumis à des procédures de tests menés en premier lieu, le cas échéant, par ses collègues, puis, si la structure sociale future de la science ressemble à la nôtre, par les *referees* des revues scientifiques. Si les résultats surmontent avec succès l'épreuve de ces tests et finissent par être publiés, la possibilité est ouverte d'entreprendre de nouveaux tests sur une plus vaste échelle. Et les résultats publiés peuvent très bien être

4. J. R. RAVETZ, *Scientific Knowledge and Its Social Problems* (Oxford University Press, Oxford, 1971), p. 81.

finallement rejetés, à la lumière d'autres développements expérimentaux ou théoriques. Ce processus amène à considérer une découverte expérimentale, qu'elle porte sur l'existence d'une nouvelle particule fondamentale, une meilleure précision de la vitesse de la lumière ou toute autre chose, comme le produit d'une activité sociale complexe et non comme la croyance ou l'apanage d'un individu.

La physique moderne possède une autre caractéristique générale qui la distingue de celle d'avant Galilée, et de beaucoup d'autres disciplines, à savoir que, dans l'ensemble, ses théories s'expriment en termes mathématiques. Pour caractériser complètement la science à une certaine étape de son développement, il faudrait donc caractériser les techniques théoriques et mathématiques qu'elle inclut. La méthode introduite par Galilée, consistant à décomposer un vecteur en ses composantes et à les traiter chacune séparément, en est un exemple. On citera encore la technique de décomposition de Fourier, qui ramène tout ce qui a la forme d'une onde à une superposition d'ondes sinusoïdales. Une des différences essentielles entre les théories ondulatoires de la lumière de Young et de Fresnel était que cette dernière disposait de techniques mathématiques adaptées⁵.

Pour caractériser de façon objectiviste la physique à certaine étape de son développement, il faudra donc indiquer de quelles propositions théoriques et de quelles techniques expérimentales et mathématiques les savants disposaient à l'époque.

5. Voir John WORRALL, «Thomas Young and the "Refutation" of Newtonian Optics: A Case-Study in the Interaction of Philosophy of Science and History of Science», in C. HOWSON éd., *Method and Appraisal in the Physical Sciences* (Cambridge University Press, Cambridge, 1976), pp. 107-179.

4. Popper, Lakatos et Marx défenseurs de l'objectivisme

Le point de vue sur le savoir que j'ai appelé, en suivant Musgrave⁶, objectiviste, fut adopté, et vigoureusement défendu, par Popper et Lakatos. Un recueil d'essais de Popper est intitulé, de façon significative, *La Connaissance objective (Objective Knowledge)*. En voici un passage :

Ma... thèse implique l'existence de deux sens différents des termes connaissance ou pensée: 1) *la connaissance ou la pensée au sens subjectif*, qui consiste en un état d'esprit ou de conscience ou en une disposition à se comporter ou à réagir et 2) *la connaissance ou la pensée au sens objectif*, qui consiste en problèmes, théories, et arguments en tant que tels. La connaissance en ce sens objectif est totalement indépendante de l'affirmation de quiconque prétendant connaître; elle est aussi indépendante de la croyance d'une quelconque personne, ou de sa disposition à admettre, ou à affirmer, ou à agir. La connaissance au sens objectif est *connaissance sans connaisseur*; elle est *connaissance sans sujet connaissant*⁷.

Lakatos appuie sans réserves l'objectivisme de Popper et considère que sa méthodologie des programmes de recherche scientifique relève d'une vision objectiviste de la science. Il parle du « clivage entre la connaissance

6. A. MUSGRAVE, « The Objectivism of Popper's Epistemology », in *The Philosophy of Karl Popper*, P.A. SCHILPP éd., pp. 560-596.

7. K.R. POPPER, *La Connaissance objective*, trad. Catherine Bastyns, éd. Complexe, Bruxelles (diffusion PUF), 1978.

objective et ses reflets distordus dans les esprits des individus⁸ » et observe, dans un passage plus long :

... une théorie peut être pseudo-scientifique même si elle est éminemment plausible et si chacun y croit, et elle peut être scientifiquement valable même si elle est incroyable et si personne n'y croit. Une théorie peut même avoir une valeur scientifique de la plus haute importance même si personne ne la *comprend*, sans même tenir compte du fait que quelqu'un y croie.

La valeur cognitive d'une théorie n'a rien à voir avec son influence *psychologique* dans l'esprit des gens. La croyance, l'adhésion, la compréhension sont des états de l'esprit humain... Mais la valeur objective, scientifique d'une théorie... est indépendante de l'esprit humain qui la crée ou la comprend⁹.

Lakatos insistait sur l'importance d'adopter une position objectiviste en écrivant l'histoire du développement interne d'une science. « Un historien poppérien internationaliste n'éprouvera pas la moindre nécessité de s'intéresser aux *personnes* impliquées, pas plus qu'à la foi qu'elles ont envers leurs propres activités¹⁰ » Par conséquent, l'histoire du développement interne d'une science sera « l'histoire d'une science désincarnée¹¹ ».

En un sens, le matérialisme historique, théorie de la société et du changement social dont Karl Marx fut l'initiateur, est une théorie objectiviste dans laquelle

8. I. LAKATOS, « History of Science and its Rational Reconstructions », in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R.C. BUCK et R.S. COHEN éd. (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971), p. 99.

9. J. WORRALL et G. CURRIE éd., *Imre Lakatos. Philosophical Papers. Volume I: The Methodology of Scientific Research Programmes* (Cambridge University Press, Cambridge, 1978), p. 1. C'est l'auteur qui souligne.

10. LAKATOS, « History of science and its Rational Reconstructions », p. 127. C'est l'auteur qui souligne.

11. *Ibid.*, p. 105.

l'approche objectiviste que j'ai décrite par rapport au savoir est appliquée à la société prise comme un tout. L'objectivisme de Marx apparaît clairement dans sa remarque célèbre: «Ce n'est pas la conscience des hommes qui détermine leur être, c'est inversement leur être social qui détermine leur conscience¹².» Du point de vue du matérialisme, les individus naissent dans quelque partie d'une structure sociale préexistante qu'ils ne choisissent pas et leur conscience est formée par ce qu'ils font et l'expérience qu'ils acquièrent dans cette structure. Bien que les individus puissent avoir prise sur la nature de la structure sociale dans laquelle ils vivent, il y aura toujours «un clivage entre [la structure et les rouages de la société] et ses reflets distordus dans l'esprit des individus». L'aboutissement des actes sociaux d'un individu sera déterminé par les détails de la situation sociale et sera généralement fort différent de ce à quoi l'individu s'attendait. De la même manière qu'un physicien qui tente de contribuer au développement de la physique est confronté à une situation objective, qui délimite ses possibilités de choix et d'action et qui influence l'issue de ses actes, un individu qui souhaite contribuer au changement social est confronté à une situation objective, qui limite ses possibilités de choix et d'action et qui influence leur issue. Une analyse de la situation objective est aussi essentielle pour comprendre le changement social qu'elle l'est pour le changement scientifique.

Dans le prochain chapitre je dresserai un tableau tout à fait objectiviste du changement théorique en physique.

12. Karl MARX, *Contribution à la critique de l'économie politique*, trad. M. Husson et G. Badia, Éditions sociales, Paris, 1957, préface. p. 4.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Les références principales des écrits de Popper sur l'objectivisme sont Objective Knowledge (Oxford University Press, Oxford, 1972), surtout les chapitres 3 et 4 (le chapitre 3 a été traduit en français dans La Connaissance objective, trad. Catherine Bastyns, éd. Complexe, Bruxelles, 1978), ainsi que le chapitre 14 de son livre La Société ouverte et ses ennemis, trad. J. Bernard et P. Monod, Seuil, Paris, 1979. L'objectivisme de Popper est présenté par A. Musgrave dans son article «The Objectivism of Popper's Epistemology», in The Philosophy of Karl R. Popper, P.A. Schilpp éd. (Open Court, La Salle, Illinois, 1974), pp. 560-596. La position de Popper est critiquée par D. Bloor dans «Popper's Mystification of Objective Knowledge», Science Studies, 4 (1974), pp. 65-76. Dans les livres suivants, on trouvera une description de la science comme activité sociale: J.R. Ravetz, Scientific Knowledge and Its Social Problems (Oxford University Press, Oxford, 1971); J. Ziman, Public Knowledge (Cambridge University Press, Cambridge, 1968); et Leslie Sklair, Organized Knowledge (Paladin, St. Albans, 1973). Un point de vue plus connu, qui ne privilégie pas les problèmes épistémologiques, est celui de Bernard Dixon, What is Science For? (Collins, Londres, 1973). Le philosophe français contemporain Louis Althusser donne une version du marxisme qui privilégie l'aspect objectiviste et qui contient certains éléments d'une vision objectiviste du savoir. Voir surtout Lire «le Capital» (en collaboration avec Etienne Balibar, Roger Estabiet, Pierre Macherey, Jacques Rancière), 2 tomes, F. Maspero, Paris, 1965 et Louis Althusser, Pour Marx, F. Maspero, Paris, 1965. On lira également avec profit sur le sujet le livre de Dominique Lecourt, Marxism and Epistemology, New Left Books, Londres, 1975. Voir aussi Dominique Lecourt, Pour une critique de l'épistémologie (Bachelard, Canguilhem et Foucault), François Maspero, Paris, 1972.

UNE VISION OBJECTIVISTE DU CHANGEMENT DE THÉORIE EN PHYSIQUE

1. *Les limites de l'objectivisme de Lakatos*

La conception du changement de théorie que je propose est une modification de la méthodologie de Lakatos des programmes de recherche scientifique¹. Avant de la présenter, j'exposerai dans cette section les limites de ce que dit Lakatos du changement de théorie, ou plutôt j'expliquerai pourquoi je ne pense pas qu'il ait fait la moindre contribution concernant le changement de théorie.

La méthodologie de Lakatos traite des décisions et des choix faits par les savants. Ils sont faits par l'adoption

1. Le point de vue objectiviste esquissé dans ce chapitre est paru préalablement sous la forme d'un article que j'ai intitulé «Towards An Objectivist Account of Theory Change». *British Journal for the Philosophy of Science*, 30 (1979), pp. 227-233 et avec plus de détails dans «An Improvement and a Critique of Lakatos's Methodology of Scientific Research Programmes», *Methodology and Science*, 13 (1980), pp. 2-27. Je remercie les éditeurs de ces revues pour avoir autorisé la reproduction du texte dans cet ouvrage.

d'un noyau dur et d'une heuristique positive. Selon Lakatos, le noyau dur du programme de Newton «est "irréfutable" par quelque décision méthodologique de ses protagonistes²», et un programme de recherche a un «"noyau dur" conventionnellement accepté (et donc par décision provisoire, "irréfutable")³». L'heuristique positive est une politique de recherche ou un «plan préconçu⁴» que les scientifiques choisissent d'adopter. «Les problèmes choisis rationnellement par les scientifiques travaillant dans de gros programmes de recherche sont déterminés par l'heuristique positive du programme⁵.»

La question qui importe ici est de savoir si les savants sont supposés connaître les prescriptions contenues dans la méthodologie de Lakatos. Dans le cas contraire, il est difficile de comprendre comment la méthodologie peut *expliquer* le changement scientifique. Se contenter de noter que les changements dans l'histoire de la physique ont eu lieu selon la méthodologie des programmes de recherche scientifique n'explique pas pourquoi il en a été ainsi. En outre, si l'on suppose que les savants agissent consciemment en accord avec la méthodologie de Lakatos, des problèmes supplémentaires surgissent. Premièrement, on ne voit pas très bien comment les scientifiques des deux siècles précédents ont pu connaître les prescriptions d'une méthodologie qui n'a été inventée que récemment. Lakatos lui-même a signalé le gouffre qui sépare la méthode que Newton a formulée et celle qu'il a

2. I. LAKATOS et A. MUSGRAVE, *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge University Press, Cambridge, 1974), p. 133.

3. I. LAKATOS, «History of Science and Its Rational Reconstructions», in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R.C. Buck et R.S. Cohen éd. (Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971), p. 99.

4. *Ibid.*

5. LAKATOS et MUSGRAVE (1974), p. 137.

suivie en pratique⁶. Deuxièmement, la méthodologie de Lakatos, comme nous l'avons vu, n'est pas adaptée pour dicter les choix des scientifiques, si l'on s'en tient à sa propre déclaration que sa méthode n'a pas pour visée de fournir des conseils aux scientifiques. Troisièmement, toute tentative de rendre compte du changement de théorie en tant que pivot des décisions conscientes et des choix des savants ne permet pas de donner l'importance qu'il mérite au « clivage entre le savoir objectif... et ses reflets distordus dans les esprits des individus ».

Une des hypothèses de Lakatos, ainsi que de Popper et de Kuhn, est que le changement de théorie doit être expliqué par rapport aux décisions et aux choix des scientifiques. Dans la mesure où Lakatos et Popper ne parviennent pas à proposer une marche à suivre pour le choix de théorie, ils n'aboutissent pas à un point de vue sur le changement de théorie, tandis que Kuhn néglige les choix sanctionnés par la communauté scientifique, quels qu'ils soient. Dans la suite de ce chapitre j'essaierai de modifier la méthodologie de Lakatos d'une façon qui évite l'amalgame entre le choix de théorie et le changement de théorie.

6. I. LAKATOS, « Newton's Effect on Scientific Standards », in *Imre Lakatos, Philosophical Papers. Volume I: The Methodology of Scientific Research Programmes* (Cambridge University Press, Cambridge, 1978), p. 193-222. « La confusion, la pauvreté de la théorie de l'œuvre scientifique de Newton contraste de façon spectaculaire avec la clarté, la richesse de son œuvre scientifique », p. 220, souligné par l'auteur. Gregory Currie a mis l'accent sur le fait que les décisions des scientifiques du passé doivent être expliquées en référence à la façon dont ils appréciaient la situation plutôt qu'en termes de quelque méthodologie contemporaine, dans son article « The Role of Normative Assumptions in Historical Explanation », *Philosophy of Science*, 47 (1980), pp. 456-473.

2. Opportunités objectives

Dans la section 2 du chapitre 10, j'ai introduit la notion d'opportunité objective pour le développement d'une théorie ou d'un programme. Je m'en servirai en exposant ma propre conception du changement de théorie en physique. Etant donné une théorie et une pratique associées à une étape de leur développement conjoint, diverses opportunités pour développer la théorie vont se présenter d'elles-mêmes. Certaines voies de développement théorique s'ouvriront grâce aux techniques théoriques et mathématiques disponibles, et des voies de développement dans la pratique s'ouvriront grâce aux techniques expérimentales disponibles. J'utiliserai l'expression « degré de fécondité » pour décrire le conglomerat d'opportunités objectives présentes dans un programme de recherche à une étape de son développement. Le degré de fécondité d'un programme à un certain moment sera une propriété objective de ce programme, et il possédera cette propriété, que les savants en aient ou non chacun conscience. En cela le degré de fécondité diffère de la notion d'heuristique positive de Lakatos, politique de recherche plus ou moins consciemment adoptée par les scientifiques. Le degré de fécondité d'un programme mesure à quel point il contient en lui des opportunités objectives pour son développement ou à quel point il ouvre de nouvelles directions de recherche. On peut s'en faire une idée en lisant ce que dit Stillman Drake du degré auquel la physique de Galilée a ouvert de nouvelles directions de recherches :

Ce fut Galilée qui, en appliquant de façon cohérente les mathématiques à la physique et la physique à l'astronomie, a le premier amené les mathématiques, la physique et l'astronomie à un niveau véritablement significatif et

fructueux. Les trois disciplines avaient toujours été considérées comme essentiellement séparées; Galilée révéla leurs relations mutuelles, et ouvrit en cela des champs nouveaux de recherche à des hommes d'intérêts et de spécialités fort divergents⁷.

D'autres exemples peuvent être tirés des études de cas qui ont été menées pour appuyer la méthodologie de Lakatos. Par exemple, à partir de l'étude d'Elie Zahar sur l'évincement du programme de H. A. Lorentz en électromagnétisme au profit de la théorie de la relativité restreinte d'Einstein⁸, nous pouvons dire qu'en 1905 la théorie d'Einstein possédait un degré de fécondité plus grand que celle de Lorentz. Comme la théorie d'Einstein contenait des assertions très générales sur les propriétés de l'espace et du temps, les opportunités se présentèrent pour en explorer les conséquences dans de nombreux domaines de la physique. La théorie de Lorentz, au contraire, était strictement ancrée sur l'électromagnétisme et ne pouvait être appliquée en dehors de ce domaine d'une façon similaire. Dans son étude de la concurrence entre la théorie ondulatoire de la lumière de Young et la théorie corpusculaire de Newton, Worrall, se référant à la situation en 1810, écrit qu'«en raison de l'état de développement moins avancé de la mécanique des milieux élastiques par rapport à celui de la mécanique des corps rigides, l'heuristique du programme corpusculaire était... plutôt moins définie que celle du programme ondu-

7. Stillman DRAKE, *Galileo Studies* (University of Michigan Press, Ann Arbor, 1970), p. 97.

8. Elie Zahar, « Why Did Einstein's Programme Supersede Lorentz's? », in *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, C. Howson éd. (Cambridge University Press, Cambridge, 1976), pp. 211-275.

toire⁹ ». La théorie corpusculaire possédait un degré de fécondité supérieur à celui du programme ondulatoire en 1810.

Il sera utile, afin de clarifier ma notion de degré de fécondité caractéristique d'un programme, que je tente de répondre à quelques objections qu'on lui a opposées et sur lesquelles mon attention a déjà été attirée. Ce sont les suivantes: (i) cette conception est trop vague pour permettre une mesure quantitative du degré de fécondité d'un programme; (ii) elle a pour conséquence malencontreuse que plus une théorie ou un programme est vague, plus grand sera son degré de fécondité, puisqu'une théorie ou un programme suffisamment vague sera virtuellement compatible avec toute voie de développement; (iii) le degré de fécondité est sans valeur en tant qu'outil pour l'historien car les opportunités de développement ne se font jour qu'une fois qu'on en tire parti, de sorte qu'exposer en détail le degré de fécondité d'un programme ne revient à rien de plus qu'à enregistrer la façon dont il se développe, et (iv) le degré de fécondité n'est d'aucune aide pour expliquer la croissance de la science car le degré de fécondité d'un programme ne peut être correctement analysé et apprécié qu'avec le recul.

En ce qui concerne l'objection (i), je reconnais qu'il ne m'est pas possible de fournir les moyens de construire une mesure quantitative du degré de fécondité d'un programme. Cependant, je prétends qu'il est souvent possible de faire des comparaisons qualitatives entre les degrés de fécondité de programmes rivaux, comme l'indiquent les exemples que j'ai tirés des études de cas inspirées de Lakatos. C'est tout ce qu'il faut pour offrir

9. John WORRALL, « Thomas Young and the "Refutation" of Newtonian Optics: a Case-Study in the Interaction of Philosophy of Science and History of science », *ibid.*, p. 158. Dans le texte original toute l'expression est soulignée.

un compte rendu objectiviste du changement de théorie, comme j'espère le montrer¹⁰. L'objection (ii), si elle était valide, aurait certainement un effet dévastateur pour mon point de vue. Mais elle ne l'est pas, pour deux raisons : d'abord, une orientation vague pour l'action ne doit pas être comptée comme une opportunité au sens où on l'entend. Une telle opportunité doit pouvoir se traduire précisément en termes de techniques expérimentales, mathématiques ou théoriques, qui sont à la disposition des scientifiques dans les circonstances historiques données, et qui fournissent la matière première sur laquelle ces techniques peuvent porter. La seconde raison de rejeter l'objection (ii) est qu'une théorie à haut degré de fécondité doit fournir de nombreuses opportunités non pas à quelque vieux type de développement, mais à un développement visant à des prédictions nouvelles dans un sens proche de celui de Lakatos.

Le meilleur argument à opposer à l'objection (iii) est de produire des exemples d'opportunités objectives de développement dont on n'a pas tiré parti. La physique d'Archimède offre des opportunités de développement qui restèrent inexploitées pendant des siècles. Dans ses travaux sur la balance, les centres de gravité et l'hydrostatique, il introduisit des techniques qui auraient pu être étendues à d'autres domaines et mises en œuvre sur d'autres matériaux existants. Par exemple, la technique qu'il introduisit en statique, consistant à énoncer les fondements d'une théorie sous forme idéalisée, mathématique, les systèmes étant placés dans un espace euclidien,

10. Dans la mesure où les degrés de fécondité ne peuvent qu'être comparés et non mesurés individuellement, le degré de fécondité se trouve dans la même situation que de nombreuses autres notions dans la philosophie des sciences, comme par exemple le degré de falsifiabilité poppérien. Voir K.R. POPPER, *La Logique de la découverte scientifique*, trad. Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Payot, Paris, 1973, 2^e éd., 1984 (édition anglaise, 1968), ch. 6.

mathématique, aurait pu être étendue à la dynamique, en considérant des leviers en mouvement et immobiles, des objets tombant ou flottant dans certains milieux. Ces opportunités ne furent pas saisies avant Galilée, à une époque où, bien entendu, on disposait de matériaux théoriques en plus grand nombre qu'au temps d'Archimède¹¹. Les œuvres de Ptolémée et de Al Hazen avaient ouvert des opportunités pour le développement de l'optique dont on ne tira pas parti avant l'époque de Galilée et de Kepler. V. Ronchi écrit à ce sujet :

Bien que nous ne sachions pas exactement qui a inventé les verres de lunettes, nous *connaissons* assez précisément la date de leur introduction entre 1280 et 1285. Or le premier télescope ne fit son apparition qu'en 1590. Pourquoi trois siècles furent-ils nécessaires pour placer un verre de lunette devant un autre¹² ?

Ronchi tente d'expliquer pourquoi on ne tira pas parti de cette opportunité objective. Tout le monde s'accorde pour reconnaître qu'en décrivant ces opportunités objectives, on a recours à un matériau tiré de l'histoire de la physique et de la philosophie, qui n'était pas disponible à l'époque considérée. Seul le recul permet de caractériser correctement les opportunités objectives et les degrés de fécondité. Par cette affirmation, on rejoint l'objection (iv). Cependant, loin de s'opposer à mon point de vue, le fait que les scientifiques ne sont pas et n'ont pas besoin d'être conscients du degré de fécondité des programmes sur lesquels ils travaillent constitue sa force. C'est précisé-

11. Pour les relations entre l'œuvre d'Archimède et Galilée, voir Maurice CLAVELIN, *La Philosophie naturelle de Galilée*, Armand Colin, Paris, 1968, ch. 3.

12. V. RONCHI, « The Influence of the Early Development of Optics on science and Philosophy », in *Galileo Man of Science*, E. MCMULLIN éd. (Basic Books, New York, 1967), pp. 195-206. Les italiques sont dans le texte original.

ment ce trait qui rend possible une vision objectiviste du changement de théorie évitant les éléments subjectivistes présents chez Lakatos.

3. *Une vision objectiviste du changement de théorie en physique*

À l'intérieur d'importantes limites qui seront exposées en détail dans la section suivante, je suis maintenant en mesure de proposer une conception objectiviste du changement de théorie dans la physique moderne. Cette conception est fondée sur une hypothèse principale, à savoir que dans la ou les sociétés dans lesquelles la physique est pratiquée, il existe des savants avec les savoir-faire, ressources et états d'esprit appropriés pour développer cette science. Je dois pouvoir supposer, par exemple, que dans les situations où une analyse objectiviste révèle l'existence de certaines techniques expérimentales ou théoriques, il y aura des scientifiques ou des groupes de scientifiques avec les ressources intellectuelles et physiques pour mettre ces techniques en œuvre. Je pars du présupposé que cette hypothèse a été satisfaite dans la plus grande partie de l'Europe pendant les quelque deux siècles d'existence de la physique.

Si mon hypothèse sociologique est satisfaite, nous pouvons présupposer que, si une opportunité objective pour le développement d'un programme se présente, un savant ou un groupe de savants, tôt ou tard, en tirera parti. Il s'ensuit directement qu'un programme offrant plus d'opportunités de développement objectives qu'un programme rival tendra à vaincre ce dernier une fois que l'on aura tiré parti de ces opportunités. Il en ira ainsi

même s'il s'avère que la majorité des savants choisissent de travailler sur le programme qui a le degré de fécondité le moins élevé. Dans ce dernier cas, la minorité qui choisit de travailler sur le programme offrant de nombreuses opportunités de développement ne tardera pas à rencontrer le succès tandis que la majorité, ceux qui représentent le point de vue du plus grand nombre, se démèneront en vain pour tirer parti d'opportunités qui n'existent pas. François Jacob saisit l'esprit de ma position quand il écrit :

Mais dans cette discussion sans fin entre ce qui est et ce qui peut être, dans la recherche d'une fissure par quoi se révèle une autre forme de possible, la marge laissée à l'individu reste parfois très étroite. Et l'importance de ce dernier décroît d'autant plus qu'augmente le nombre de ceux qui pratiquent la science. Bien souvent, si une observation n'est pas faite ici aujourd'hui, elle le sera là demain¹³.

Ma position peut être illustrée en étendant l'analogie avec les nichoirs que j'ai utilisée au chapitre 10 comme exemple du caractère objectif des situations à problème. Nous comparons un jardin dans lequel se trouvent de nombreux nichoirs avec un second jardin similaire, mais sans nichoirs. Etant donné que chaque jardin reçoit une bonne population d'oiseaux, il est hautement vraisemblable qu'après quelques mois ou quelques années beaucoup plus d'oiseaux auront fait leur nid dans le jardin muni de nichoirs que dans l'autre. Cela s'explique en fin de compte très bien, puisque les opportunités objectives pour la nidation sont plus grandes dans un jardin que dans l'autre. Ce qui me semble important dans cet exemple, par rapport au point où je veux en venir, est qu'il n'est

13. François JACOB, *La Logique du vivant : Une histoire de l'hérédité*, Gallimard, Paris, 1970, p. 20.

nul besoin d'en référer aux décisions des oiseaux ni à la rationalité ou à tout autre aspect de ces décisions pour aboutir à une explication.

Si mon hypothèse sociologique est satisfaite, un programme au degré de fécondité élevé aura tendance à évincer un programme au degré de fécondité plus bas. Cependant, un degré de fécondité élevé n'est pas suffisant pour assurer à lui seul le succès d'un programme, parce qu'on n'aura jamais une garantie absolue que les opportunités porteront leurs fruits lorsqu'on les exploitera. Tout en ayant un haut degré de fécondité, il peut se faire qu'un programme n'aboutisse à rien. Je citerai par exemple la théorie des tourbillons développée par William Thomson, qui cherchait à expliquer les propriétés des atomes et molécules en les représentant comme des tourbillons dans un éther parfaitement élastique, non visqueux. Cette théorie offrait de vastes perspectives de développement, comme l'a si bien souligné Clerk Maxwell¹⁴. Mais les travaux poursuivis dans ce sens n'aboutirent pas, et la théorie ne tarda pas à laisser la place à des programmes qui menèrent, eux, à des succès. Une vision objectiviste du changement de théorie, donc, devra prendre en compte non seulement les degrés de fécondité relatifs des programmes rivaux, mais également leurs succès effectifs. Il faut compléter les considérations sur le degré de fécondité par une évaluation objectiviste de la capacité des programmes rivaux à produire des prédictions nouvelles.

Je n'apporterai pas de contribution particulière aux travaux qui ont été faits pour améliorer les approches sur les prédictions nouvelles et auxquels on pourra se référer

14. J.C. MAXWELL, « Atom », in *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, vol. 2, W.D. Niven éd. (Dover, New York, 1965), pp. 445-484, surtout p. 471.

dans la littérature¹⁵. Je voudrais cependant attirer l'attention sur le lien intime qui rattache les prédictions nouvelles et le degré de fécondité. Les confirmations des prédictions nouvelles peuvent elles-mêmes résulter en l'ouverture de nouvelles avenues pour la recherche future, et c'est là que réside en partie leur importance. Par exemple, le fait que Hertz ait réussi à produire des ondes radio, confirmant par là une prédiction nouvelle de la théorie électromagnétique de Maxwell, fit naître toutes sortes de nouvelles opportunités, que ce soit la recherche des propriétés des ondes électromagnétiques, la mesure de la vitesse de la lumière par des moyens nouveaux et plus précis, le développement des micro-ondes comme nouvelle sonde d'exploration des propriétés de la matière, l'ouverture d'un domaine nouveau à l'astronomie, etc. Une évaluation objectiviste du changement de théorie devra déterminer précisément dans quelle mesure les programmes ont conduit à découvrir des phénomènes nouveaux, et dans quelle mesure ces découvertes elles-mêmes ont offert des opportunités objectives d'exploration de voies nouvelles.

Des programmes contenant un noyau dur cohérent qui offre des opportunités de développement connaîtront effectivement un développement cohérent une fois que ces opportunités sont exploitées. Le degré de fécondité d'un programme sera encore augmenté si ce développement permet de réussir des prédictions. Les voies de développement détruisant la cohérence du noyau dur et qui, par conséquent, n'offrent pas d'opportunités de développement, aboutiront à un fiasco précisément pour cette raison. Par exemple, la présence d'une loi du carré inverse

15. Voir E. ZAHAR, « Why Did Einstein's Programme Supersede Lorentz's » et A. MUSGRAVE, « Logical versus Historical Theories of Confirmation », in *British Journal For the Philosophy of Science*, 25 (1974), pp. 1-23.

dans le noyau dur de la théorie de Newton s'explique par le degré de fécondité de cette hypothèse et les prédictions qu'elle a réussies. Du coup, les tentatives de modifier le programme en introduisant une loi de force différant légèrement de la loi du carré inverse se sont taries parce qu'elles n'offraient pas de perspectives de développement cohérent, malgré le fait que des savants aient opté pour une telle modification du noyau dur¹⁶. La continuité de la science que Lakatos identifie par la persistance des noyaux durs s'explique donc en recourant au degré de fécondité des programmes, sans en appeler aux décisions méthodologiques des scientifiques.

4. *Invitation à la prudence*

Je tenterai ici de défendre ma conception objectiviste du changement de théorie en physique contre des interprétations erronées auxquelles elle a souvent donné lieu, ainsi que l'expérience me l'a montré.

J'ai essayé de donner une vision du changement de théorie qui ne dépend pas des décisions méthodologiques des scientifiques. Loin de moi l'idée que la science progresse de son propre chef, sans interventions humaines. Pour tirer profit des opportunités objectives contenues dans un programme de la physique, il faut recourir aux talents des scientifiques en tant qu'individus. Sans eux, la physique n'existerait tout bonnement pas, et bien entendu elle progresserait encore moins. Mais, si ma conception du changement de théorie est correcte, on doit

16. Des tentatives de modification du noyau dur du programme de Newton sont mentionnées dans l'article de A. MUSGRAVE, « Method or Madness », in *Essays in Memory of Imre Lakatos*, R.S. COHEN, P.K. FEYERABEND et M.W. WARTOFKY (éd. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1976), pp. 457-491, dont surtout 464-473.

reconnaître que le processus de changement de théorie transcende les intentions conscientes, les choix et les décisions des scientifiques. En particulier, il n'est pas déterminé par les décisions *méthodologiques* des physiciens. Je ne prétends pas, par exemple, que les scientifiques devraient choisir de travailler sur la théorie qui a le degré de fécondité le plus élevé, surtout si l'on ne perd pas de vue qu'un savant ne sera généralement pas en bonne position pour apprécier toutes les opportunités de développement offertes par une théorie ou un programme. Mon point de vue sur le changement suppose que si une opportunité de développement existe réellement, il y aura des scientifiques ou des groupes de scientifiques pour en tirer finalement parti, mais il ne suppose pas que tout scientifique ou groupe de scientifiques particuliers pourra en saisir toutes les opportunités de développement. Je sépare le problème du changement de théorie de celui du choix de théorie.

Il n'existe absolument aucune garantie que l'hypothèse sociologique, de laquelle dépend la vision objectiviste du changement de théorie en physique, sera toujours satisfaite. Elle n'était pas satisfaite dans l'Europe médiévale et il y a de fortes raisons de penser qu'elle est en perte de vitesse dans la société contemporaine. Il est vraisemblable que l'influence qu'exercent les gouvernements et les monopoles industriels sur le financement de la recherche dans la société contemporaine est telle que l'on ne peut tirer parti de certaines opportunités objectives ; il en résulte que le progrès de la physique est de plus en plus contrôlé par des facteurs extérieurs à la physique. Néanmoins, mon hypothèse sociologique a été bon an mal an satisfaite pendant les deux siècles de physique écoulés et c'est dans ce contexte que je prétends que ma vision du changement de théorie est applicable. Si mon hypothèse sociologique n'est pas satisfaite, il est

nécessaire d'adopter une vision très différente du changement de théorie dans la science. Je ne prétends pas avoir offert une conception générale du changement de théorie.

L'hypothèse sociologique ne sera jamais pleinement satisfaite. La structure fine du progrès de la physique à très court terme prendra inévitablement en compte des facteurs comme la personnalité des savants, le volume de leurs communications et les moyens par lesquels ils communiquent, etc. Cependant, à long terme, tant qu'il y aura des scientifiques possédant les talents et les ressources nécessaires pour tirer parti des opportunités de développement qui existent bel et bien, je prétends que le progrès de la physique pourra s'expliquer au moyen de ma conception du changement de théorie. L'échelle de temps appropriée pour ma vision objectiviste du changement de théorie, et qui distingue le long terme du court terme, est celle pendant laquelle des énoncés tels que « la théorie d'Einstein a remplacé celle de Lorentz » ont un sens.

LECTURE SUPPLÉMENTAIRE

Le livre de C. Howson, Method and Appraisal in the Physical Sciences (Cambridge University Press, Cambridge, 1976), contient d'excellentes études de cas qui vont dans le sens de la méthodologie définie par Lakatos. Je prétends qu'elles constituent, une fois convenablement réécrites, un soutien à ma conception du changement de théorie.

12

LA THÉORIE ANARCHISTE DE LA CONNAISSANCE DE FEYERABEND

L'un des points de vue les plus osés et les plus provocateurs sur la science est celui de Paul Feyerabend, et un exposé qui se veut complet de la nature et du statut de la science se doit de ne pas omettre cette analyse brillante et haute en couleur. Ce chapitre en décrit les éléments que j'estime essentiels et que Feyerabend présente surtout dans son livre *Contre la méthode*¹.

1. Tout est bon

Feyerabend met en relief le fait qu'aucune des méthodologies existantes ne parvient à rendre compte de ce qu'est la science. Son argument principal — mais non le seul —

1. Paul FEYERABEND, *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979. (Edition originale: *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, New Left Books, Londres, 1975.)

consiste à montrer que ces méthodologies ne s'accordent pas avec l'histoire de la physique. Sa critique des méthodologies que j'ai appelées inductivisme et falsificationisme est proche de la position que j'ai défendue dans les chapitres précédents de ce livre : ma façon de voir doit d'ailleurs beaucoup à Feyerabend. Il emporte la conviction lorsqu'il montre que les méthodologies de la science échouent à fournir des lignes directrices qui pourraient servir aux scientifiques à guider leurs activités. Il affirme en outre qu'il est vain d'espérer réduire la science à quelques règles méthodologiques simples, étant donné la complexité de son histoire :

L'idée que la science peut, et doit, être organisée selon des règles fixes et universelles est à la fois utopique et pernicieuse. Elle est *utopique*, car elle implique une conception trop simple des aptitudes de l'homme et des circonstances qui encouragent, ou causent, leur développement. Et elle est pernicieuse en ce que la tentative d'imposer de telles règles ne peut manquer de n'augmenter nos qualifications professionnelles qu'aux dépens de notre humanité. En outre, une telle idée est *préjudiciable à la science*, car elle néglige les conditions physiques et historiques complexes qui influencent en réalité le changement scientifique. Elle rend notre science moins facilement adaptable et plus dogmatique. (...)

Des études de cas comme celles des chapitres précédents (...) témoignent contre la validité universelle de n'importe quelle règle. Toutes les méthodologies ont leurs limites, et la seule « règle » qui survit, c'est : « Tout est bon ² ».

Si l'on entend par méthodologies de la science des règles pour orienter les choix et les décisions des scientifiques, on ne peut qu'être d'accord avec Feyerabend. Toute situation réelle dans la science est complexe, son développement a lieu de manière imprévisible, aussi est-il vain d'espérer trouver

2. *Ibid.*, pp. 332-333. C'est l'auteur qui souligne.

une méthode qui indiquerait au scientifique rationaliste, dans un contexte donné, s'il doit adopter la théorie A en rejetant la théorie B, ou vice versa. « Adopter la théorie qui colle le mieux, d'un point de vue inductif, avec des faits reconnus » et « rejeter la théorie incompatible avec des faits généralement acceptés » sont des règles qui ne concordent pas avec ces moments que l'on a l'habitude de désigner comme marquants dans l'histoire des sciences. Le procès de Feyerabend contre la méthode accroche les méthodologies censées fournir des règles de conduite aux scientifiques. Ainsi reconnaît-il en Lakatos un compère anarchiste parce que sa méthodologie ne fournit pas de règles de choix en faveur d'une théorie ou d'un programme. « La méthodologie des programmes de recherche fournit des *critères* qui aident le scientifique à évaluer la situation historique dans laquelle il prend ses décisions ; mais elle ne contient pas de *règles* qui lui disent ce qu'il faut faire³. » Les scientifiques, donc, ne doivent pas se laisser enfermer dans des règles que leur imposerait un méthodologiste. Dans ce sens, tout est bon.

Un passage d'un article écrit par Feyerabend une dizaine d'années avant *Contre la méthode* signale qu'il faut se garder d'interpréter le « tout est bon » dans un sens trop large. Feyerabend tente d'établir une distinction entre le scientifique « raisonnable » et l'extravagant.

La distinction ne réside pas dans le fait que les premiers (les gens « respectables ») indiquent des directions plausibles au succès garanti, alors que les derniers (extravagants) suggéreraient des choses improbables, absurdes et vouées à l'échec. Il *ne peut* en être ainsi parce que nous ne savons jamais à l'avance si une théorie aura un avenir ou si elle tombera dans les oubliettes. Il faut du temps pour trancher cette question et chacune des étapes menant à une telle décision est elle-même sujette à révision... Non, la distinction entre un extravagant et un penseur

3. *Ibid.*, p. 204. C'est l'auteur qui souligne.

respectable tient à la nature de la recherche entreprise une fois adopté un certain point de vue. L'extravagant se contente habituellement de le défendre sous sa forme originelle, non développée, métaphysique et il n'est en aucun cas prêt à tester son utilité dans tous les cas qui semblent favoriser ses adversaires, ou même à admettre simplement qu'il puisse y avoir problème. C'est cette recherche ultérieure, les détails de sa poursuite, la connaissance des difficultés qu'elle soulève, de l'état global des connaissances, la prise en compte des objections, qui distingue le « penseur respectable » de l'extravagant. Le contenu original de la théorie n'y est pour rien. Si quelqu'un pense qu'il faut donner une nouvelle chance à Aristote, soit, attendons les résultats ! S'il se contente de cette assertion et ne commence pas l'élaboration d'une nouvelle dynamique, s'il n'approfondit pas les difficultés initiales qu'entraîne son point de vue, alors la démarche perd tout son intérêt. Mais s'il ne s'arrête pas à l'aristotélisme tel qu'il existe dans sa forme actuelle mais tente de l'adapter à la situation présente de l'astronomie, de la physique, de la microphysique, en introduisant de nouvelles hypothèses, en traitant les vieux problèmes avec un regard neuf, félicitons-nous qu'il existe au moins quelqu'un dont les idées sont inhabituelles et n'essayons pas de l'arrêter par avance avec des arguments qui n'en sont pas⁴.

En somme, si quelqu'un veut apporter une contribution à la physique, par exemple, il n'a pas besoin de se familiariser avec les méthodologies contemporaines de la science ; mais il lui faudra en revanche apprendre un peu de physique. Il ne pourra pas se contenter de suivre à l'aveuglette ses

4. Paul FEYERABEND, « Realism and Instrumentalism : Comments on the Logic of Factual Support », in *The Critical Approach to Science and Philosophy*, Mario BUNGE éd. (Free Press, New York, 1964), p. 305. Souligné dans l'original. Feyerabend n'apprécie pas en général ceux qui le critiquent en se fondant sur ses écrits antérieurs (Voir *Contre la méthode*, p. 124). Je ne me soucie guère que Feyerabend accepte ou non aujourd'hui le passage cité. A part quelques réserves sur l'orientation individualiste de ce passage, je l'accepte et, fait plus important, aucun des arguments de *Contre la méthode* ne l'infirme.

fantaisies et ses inclinaisons. Cela n'arrive pas, en science, que tout soit bon, sans restriction.

Feyerabend a marqué effectivement des points contre la méthode en montrant qu'il n'est pas bon que les choix et les décisions des scientifiques soient contraints par des règles explicitement ou implicitement exprimées dans des méthodologies de la science. Mais si l'on adopte la stratégie décrite au chapitre précédent, consistant à isoler le problème du changement de théorie de celui du choix entre théories, les deux domaines font surgir deux ensembles de questions distinctes. Il semble que mon approche du changement théorique en physique ne soit pas touchée par la critique de la méthode de Feyerabend.

2. Incommensurabilité

Ce que Feyerabend dit de l'incommensurabilité est un point important de son analyse de la science et n'est pas sans rapport avec le point de vue de Kuhn sur le même sujet dont il a été question au chapitre 8⁵. Feyerabend conçoit l'incommensurabilité à partir de ce que j'ai appelé au chapitre 3 la dépendance de l'observation par rapport à la théorie. La signification et l'interprétation des concepts et les énoncés d'observation qui les utilisent dépendront du contexte théorique dans lequel ils apparaissent. Dans certains cas les principes fondamentaux de deux théories rivales peuvent être si éloignés qu'il s'avérera impossible ne serait-ce que de formuler les concepts fondamentaux d'une théorie avec les termes de l'autre ; il en découle que les deux

5. Feyerabend met en relation son point de vue avec celui de Kuhn dans « Changing Patterns of Reconstruction », *British Journal for the Philosophy of Science*, 28 (1977), pp. 351-382, section 6. Il aborde la question de l'incommensurabilité également dans *Contre la méthode*, ch. 17.

rivales ne partagent aucun de leurs énoncés d'observation. Il devient impossible de les comparer logiquement. Pas plus qu'il ne sera possible de déduire logiquement certaines des conséquences d'une théorie à partir des principes de sa rivale dans une optique de comparaison. Les deux théories seront alors incommensurables.

L'un des exemples d'incommensurabilité présentés par Feyerabend est la relation entre la mécanique classique et la théorie de la relativité. D'après la première — interprétée de façon réaliste, c'est-à-dire visant à décrire ce qu'est l'univers, à la fois observable et inobservable⁶ —, les objets physiques ont une forme, une masse et un volume. Ces propriétés sont intrinsèques aux objets physiques et peuvent être modifiées à la suite d'une interaction physique. Dans la théorie de la relativité, interprétée de façon réaliste, les propriétés comme la forme, la masse et le volume n'existent plus en tant que telles, mais acquièrent le statut de relations entre des objets et un système de référence ; elles peuvent être modifiées, sans la moindre interaction physique, par passage d'un référentiel à un autre. En conséquence, tout énoncé d'observation se référant à des objets physiques au sein de la mécanique classique aura une signification différente d'un énoncé d'observation d'aspect similaire en théorie de la relativité. Les deux théories sont incommensurables et ne peuvent être comparées simplement par leurs conséquences logiques. Pour citer Feyerabend lui-même,

le nouveau système conceptuel ainsi créé [par la théorie de la relativité] ne nie pas seulement l'existence d'états de fait classiques, mais ne nous permet même pas de formuler des *énoncés* exprimant de tels états de fait : il ne partage même pas un seul énoncé avec son prédécesseur et ne peut le faire — étant toujours entendu que nous ne nous servons pas des théories

6. Le réalisme fera l'objet d'un développement au chapitre suivant.

comme de schèmes classificatoires pour la mise en ordre de faits neutres. (...) Le projet de progrès positiviste avec ses « lunettes poppériennes » s'écroule⁷.

Feyerabend mentionne d'autres couples de théories incommensurables : la mécanique quantique et la mécanique classique, la théorie de l'impetus et la mécanique newtonienne, le matérialisme et le dualisme esprit-matière.

L'incommensurabilité de deux théories rivales ne signifie pas que l'on ne puisse en aucune façon les comparer. L'un des moyens d'y parvenir est de les confronter dans une série de situations observables, en notant le degré de compatibilité de chacune des deux théories rivales avec ces situations, interprété en leurs propres termes respectifs. On peut encore les comparer, en suivant Feyerabend, en regardant si elles sont ou non linéaires, cohérentes, si elles sont des approximations sûres ou audacieuses, etc.⁸.

La question du choix de théorie entraîne celle de savoir lequel, parmi les multiples critères de comparaison, doit être préféré dans une situation où ces critères entrent en conflit. D'après Feyerabend, le choix entre ces critères et, par conséquent, entre théories incommensurables, est, en dernière analyse, subjectif.

La transition vers des critères qui ne prennent pas en compte le contenu transforme le choix théorique d'une routine « rationnelle », « objective » et plutôt unidimensionnelle, en une discussion complexe où apparaissent des préférences conflictuelles et la propagande joue alors un rôle de tout premier plan, comme c'est le cas partout où les préférences entrent en ligne de compte⁹.

7. *Contre la méthode*, p. 308. C'est l'auteur qui souligne.

8. « *Changing Patterns of Reconstruction* », p. 365, n. 2.

9. *Ibid.*, p. 366.

Selon Feyerabend, l'incommensurabilité, tout en ne supprimant pas tout moyen de comparer des théories rivales incommensurables, conduit nécessairement à appréhender la science de manière subjective.

Ce qui reste [après avoir exclu la possibilité de comparer logiquement des théories en comparant des séries de conséquences qui s'en déduisent], ce sont les jugements esthétiques, les jugements de goût, les préjugés métaphysiques, les désirs religieux, bref *ce sont nos désirs subjectifs*¹⁰.

J'accepte le point de vue de Feyerabend selon lequel des théories rivales ne peuvent être comparées par des moyens purement logiques. Mais qu'il en tire des conséquences subjectivistes doit être, à mon avis, remis en question de plusieurs façons possibles. Si l'on considère le choix d'une théorie, je suis prêt à admettre qu'il y a du subjectif lorsqu'un scientifique choisit d'adopter ou de travailler une théorie plutôt qu'une autre, même si ces choix peuvent être influencés par des facteurs « externes » tels que les perspectives de carrière et le montant des crédits disponibles, en plus des considérations mentionnées par Feyerabend dans les citations précédentes. Il me paraît toutefois nécessaire d'ajouter que, si les jugements individuels et les désirs sont bien subjectifs au sens où ils ne se laissent pas déterminer par une logique contraignante, cela ne signifie pas pour autant qu'ils soient hors d'atteinte d'une argumentation rationnelle. On peut critiquer les préférences individuelles en montrant, par exemple, qu'elles sont visiblement incohérentes ou qu'elles ont des conséquences malvenues pour celui qui les

10. *Contre la méthode*, op. cit., p. 320. Souligné par l'auteur.

défend¹¹. Certes, je reconnais aisément que les préférences des individus ne sont pas déterminées uniquement par une argumentation rationnelle et qu'elles sont fortement façonnées et influencées par les conditions matérielles dans lesquelles l'individu vit et agit. (Un important changement dans les perspectives de carrière peut avoir un effet plus décisif sur les préférences d'un individu qu'un argument rationnel, pour donner un exemple superficiel.) Néanmoins, les jugements subjectifs et souhaits des individus ne sont pas sacro-saints et ne sont pas simplement donnés. Ils sont ouverts à la critique et au changement par une modification des conditions matérielles. Feyerabend affirme que la science contient un élément subjectif parce qu'elle offre au savant un degré de liberté absent des « parties les plus prosaïques » de la science¹². J'aurai davantage à dire sur la conception de la liberté de Feyerabend dans un chapitre ultérieur.

Le second type de réponses que je ferai aux remarques de Feyerabend sur l'incommensurabilité nous éloigne de la question du choix de la théorie. L'étude de cas faite par Zahar de la rivalité entre les théories d'Einstein et de Lorentz, convenablement modifiée à la lumière de mon approche objectiviste du changement théorique, explique comment et pourquoi la théorie d'Einstein a fini par remplacer celle de Lorentz. Cette explication tient à ce que la théorie d'Einstein offre davantage de potentialités objectives de développement que celle de Lorentz et aussi au fait que ces potentialités se sont révélées fructueuses dès qu'elles ont été prises en compte. Tout en n'étant pas subjectiviste,

11. Si un individu dont les préférences sont ainsi critiquées répond que cela lui indiffère qu'elles soient totalement incohérentes et, qui plus est, ne parvient pas à répondre aux objections usuelles contre les incohérences, je suis de ceux qui ne voient aucune raison de prendre au sérieux le point de vue de cet individu. La distinction de Feyerabend entre les « extravagants » et les penseurs « respectables » a un sens ici.

12. *Against Method*, p. 285. L'auteur a remplacé ce passage par un nouveau texte dans l'édition française.

cette explication est possible, en dépit du fait que les théories sont, partiellement au moins, incommensurables au sens de Feyerabend¹³. Il faut reconnaître que les décisions subjectives et les choix sont faits dans des conditions spécifiées par le postulat sociologique sur lequel se fonde mon point de vue objectiviste du changement de théorie. Ce point de vue suppose qu'il y a des scientifiques possédant les qualifications et les ressources requises pour profiter des opportunités de développement qui se présentent. Différents scientifiques ou groupes de scientifiques peuvent faire des choix différents quand ils sont confrontés à la même situation, mais mon point de vue sur le changement de théorie ne dépend pas des préférences individuelles guidant ces choix.

3. *La science n'est pas nécessairement supérieure aux autres disciplines*

La relation entre la science et d'autres formes de savoir est un autre élément important de la conception de la science de Feyerabend. Il met l'accent sur un point que de nombreux méthodologues de la science tiennent pour acquis, sans l'argumenter, à savoir que la science (ou peut-être la physique) constitue le paradigme de la rationalité. Ainsi Feyerabend écrit-il de Lakatos :

Ayant achevé sa « reconstruction » de la science moderne, il en tourne les résultats contre d'autres domaines, *comme s'il était établi* que la science moderne est supérieure à la magie, ou à la science aristotélicienne, et que ses résultats ne sont pas

13. Bien que Feyerabend ne cite pas ces deux théories comme exemples d'incommensurabilité, il semble se ranger à l'avis qu'elles le sont en considérant que la théorie de Lorentz incorpore la mécanique classique et les concepts classiques d'espace, de temps et de masse.

illusoire. Il n'y a cependant pas chez lui la moindre trace d'une discussion sur ce sujet. Ses « reconstructions rationnelles » tiennent *pour acquise* la « sagesse scientifique fondamentale » sans pour autant *démontrer* qu'elle est supérieure à la « sagesse fondamentale » des sorcières et des mages¹⁴.

Feyerabend se plaint, à juste titre, que les tenants de la science la jugent le plus souvent supérieure à d'autres formes de savoir sans chercher à connaître ces dernières de manière précise. Il observe que les « rationalistes critiques » et défenseurs de Lakatos ont étudié la science de façon fort détaillée mais que leur « attitude envers le marxisme, l'astrologie ou d'autres domaines considérés traditionnellement comme hérétiques est très différente. Ici on se contente d'un examen superficiel et d'arguments expéditifs¹⁵ ». Il illustre sa critique par des exemples.

Feyerabend n'est pas prêt à accepter la supériorité nécessaire de la science sur d'autres formes de savoir. De plus, à la lumière de sa thèse de l'incommensurabilité, il rejette l'idée qu'il puisse exister un argument décisif favorisant la science sur d'autres formes de savoir qui lui sont incommensurables. Si la science peut être comparée à d'autres formes de savoir, il est indispensable de connaître la nature, les buts et les méthodes de la science et de ces autres formes de savoir. Ce que l'on fait par l'étude des « traces historiques — des manuels, des papiers originaux, des comptes rendus de réunions et de conversations privées, des lettres, etc.¹⁶ ». On ne peut pas même affirmer, sans recherche plus approfondie, qu'une forme de savoir dont on fait l'étude doit se conformer aux règles de la logique telles que l'entendent généralement les philosophes et les rationa-

14. *Contre la méthode*, p. 228. C'est l'auteur qui souligne.

15. P. FEYERABEND, « On the Critique of Scientific Reason », in C. Howson éd., *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, p. 315, n. 9.

16. *Contre la méthode*, p. 283.

listes qui lui sont contemporains. Le manque de conformité aux exigences de la logique classique pourrait alors être un défaut, alors qu'il ne l'est pas nécessairement. L'exemple que donne Feyerabend est celui de la mécanique quantique moderne. Pour savoir si les modes de raisonnement contenus dans quelque version de cette théorie violent ou non les diktats de la logique classique, il est nécessaire d'étudier la mécanique quantique et la façon dont elle fonctionne. Il se peut que cette recherche révèle qu'un nouveau type de logique est à l'œuvre, dont on peut exhiber certains avantages, dans le contexte de la mécanique quantique, sur une logique plus traditionnelle. D'un autre côté, bien entendu, la découverte de violations des principes de la logique *peut* constituer une critique sérieuse de la mécanique quantique. Tel serait le cas, par exemple, si l'on découvrait des contradictions aux conséquences indésirables, comme celle où la théorie prédirait, en même temps que chaque événement, son démenti. Je ne pense pas que Feyerabend soit en désaccord sur ce dernier point, mais je pense aussi qu'il n'y accorde pas toute l'attention souhaitée.

Une fois encore, je peux accepter une grande partie des points de vue de Feyerabend sur la comparaison entre la physique et d'autres formes de savoir. Si nous voulons connaître les buts et les méthodes d'une forme de savoir, et le degré auquel elle est parvenue à ses buts, nous devons l'étudier en elle-même. Je peux même apporter de l'eau au moulin de Feyerabend avec un exemple de mon cru. Bien que ce soit une vision quelque peu caricaturale de l'histoire de la philosophie, on peut dire que, pendant les deux millénaires qui ont précédé Galilée, les philosophes se sont disputés pour savoir si les théories mathématiques pouvaient s'appliquer au monde physique, les platoniciens répondant par l'affirmative et les aristotéliens par la négative. Galilée a tranché la question, non pas en produisant un argument philosophique décisif mais en le réalisant bel et bien. Nous apprenons

comment on est parvenu à caractériser certains aspects du monde physique en analysant la physique depuis Galilée. Pour comprendre la nature, peut-être changeante, de la physique, nous devons étudier la physique, et de la même façon, pour comprendre d'autres formes de savoir, nous devons étudier celles-ci. Il n'est pas légitime, par exemple, de rejeter le marxisme sur la base d'une non-conformité à la méthode scientifique, ainsi que le fait Popper, ou de le défendre pour le même motif, comme Althusser.

Bien que je sois fondamentalement d'accord avec Feyerabend sur ce point, je souhaite en faire un usage différent. L'hypothèse fausse de l'existence d'une méthode scientifique universelle à laquelle toutes les formes de savoir doivent se conformer joue un rôle préjudiciable dans notre société *hic et nunc*, surtout si l'on tient compte du fait que la version de la méthode scientifique à laquelle on fait référence est une version grossièrement empiriste et inductiviste. Cela est particulièrement vrai dans le domaine des sciences sociales, où les théories qui servent à manipuler des aspects de notre société à un niveau superficiel (études de marché, psychologie du comportement), plutôt que de servir à la comprendre et à nous aider à la transformer en profondeur, sont prônées au nom de la science. Au lieu de mettre l'accent sur ce qui me semble être des problèmes sociaux pressants comme ceux que je viens de citer, Feyerabend oppose la science au vaudou, à l'astrologie et à d'autres savoirs du même genre et montre que ces derniers ne peuvent être écartés en recourant à un quelconque critère général de scientificité et de rationalité. Cette insistance ne me satisfait pas pour deux raisons. D'une part, je ne suis pas convaincu qu'une étude détaillée du vaudou ou de l'astrologie révélerait qu'ils ont des buts bien définis et des méthodes pour atteindre ces buts, mais, n'ayant pas fait cette analyse, je dois admettre que ma position tient du préjugé. Toujours est-il que rien de ce que Feyerabend a écrit ne m'incite à changer d'avis. D'autre part,

le statut du vaudou, de l'astrologie et des autres savoirs du même type n'est pas un problème pressant de notre société, *hic et nunc*. Nous ne sommes simplement pas dans la situation de « choisir librement » entre la science et le vaudou, ou entre la rationalité occidentale et celle de la tribu des Nuer.

4. La liberté de l'individu

La majeure partie de la thèse de Feyerabend dans *Contre la méthode* est négative. Elle nie l'existence d'une méthode capable de rendre compte de l'histoire de la physique, ainsi que le fait que la supériorité de la physique sur d'autres formes de savoir puisse être établie en faisant appel à la même méthode scientifique. Mais le procès que fait Feyerabend a une facette positive. Feyerabend défend ce qu'il nomme l'« attitude humaniste ». Selon cette attitude, les êtres humains devraient être libres et jouir de la liberté au sens de John Stuart Mill dans son essai *Sur la liberté*. Feyerabend approuve le « désir d'accroître la liberté, de mener une vie pleine et enrichissante » et suit Mill pour « cultiver l'individualisme qui seul produit, ou peut produire, des êtres humains bien développés¹⁷ ». Ce point de vue « humaniste » renforce la vision anarchiste de la science de Feyerabend, créditée, au sein même de la science, d'accroître la liberté individuelle en encourageant la levée de toutes les entraves méthodologiques, et, plus largement, de favoriser la liberté pour tout individu de choisir entre la science et d'autres formes de savoir.

Aux yeux de Feyerabend, l'institutionnalisation de la science dans notre société va à l'encontre de l'attitude

17. *Ibid.*, p. 17.

humaniste. Dans les écoles, par exemple, la science est enseignée comme une discipline. « C'est ainsi que si un Américain peut bien aujourd'hui choisir la religion qu'il veut, on ne lui permet pas jusqu'à nouvel ordre d'exiger que ses enfants apprennent à l'école la magie plutôt que la science. Il y a une séparation entre l'Eglise et l'Etat, il n'y a pas de séparation entre l'Etat et la Science¹⁸. »

Pour y remédier, écrit Feyerabend, « libérons la société du pouvoir d'étranglement d'une science idéologiquement pétrifiée, exactement comme nos ancêtres nous ont libérés du pouvoir d'étranglement de la vraie-et-unique-religion¹⁹ ! ». Dans la société libre telle que la voit Feyerabend, la science ne sera pas privilégiée par rapport à d'autres formes de savoir ou de traditions. « Un citoyen adulte » de cette société libre « est celui qui a appris à prendre ses décisions et qui a *décidé* en faveur de ce qui, croit-il, lui convient le mieux. » La science sera étudiée en tant que phénomène historique « en même temps que d'autres contes de fées tels que les mythes des sociétés "primitives" » de sorte que chacun puisse « avoir les renseignements nécessaires à une libre décision²⁰ ». Dans la société idéale de Feyerabend l'Etat est idéologiquement neutre. Il a pour fonction d'orchestrer la lutte entre idéologies afin de garantir aux individus une liberté de choix et n'est pas détenteur d'une idéologie particulière qu'il leur impose contre leur gré²¹.

La conception de la liberté individuelle que Feyerabend emprunte à Mill tombe sous le coup d'une objection classique. Cette notion, qui entend la liberté comme négation de toute contrainte, en néglige la face positive, c'est-à-dire ce

18. *Ibid.*, p. 337.

19. *Ibid.*, p. 348.

20. *Ibid.*, p. 349.

21. Feyerabend aborde son idéal de société libre dans *Contre la méthode*, mais il lui consacre un bien plus long développement dans *Science in a Free Society* (New Left Books, Londres, 1978).

à quoi les individus ont accès au sein d'une structure sociale. Par exemple, si nous limitons la liberté d'expression dans notre société à l'inexistence d'une censure, nous omettons de nous demander à quel point les individus ont accès aux moyens d'information. David Hume, philosophe du XVIII^e siècle, a élégamment illustré cet argument lorsqu'il a critiqué l'idée du Contrat social formulée par John Locke, comme librement adopté par les membres d'une société démocratique, les réfractaires disposant de la liberté d'émigrer :

Peut-on affirmer sérieusement qu'un pauvre paysan, qu'un artisan qui ne connaît ni les langues ni les mœurs des pays étrangères, & qui au jour la journée de ce qu'il gagne par son travail, peut-on dire qu'un tel homme soit libre de quitter son pays natal? J'aimerois autant dire qu'un homme que l'on a embarqué pendant qu'il dormoit, reconnoît volontairement l'autorité (*sic*) du capitaine de vaisseau; & pourquoi non, n'a-t-il pas la liberté de sauter dans la mer, & de se noyer²²?

Chaque individu naît dans une société qui lui préexiste et qui, en ce sens, n'est pas choisie librement. La liberté dont dispose un individu dépend de la position qu'il occupe dans la hiérarchie sociale; l'analyse préalable de la structure sociale est donc nécessaire pour comprendre en quoi consiste la liberté individuelle. On trouve dans *Contre la méthode* au moins un passage prouvant que Feyerabend en est conscient. Dans une note au sujet de la liberté de la recherche, il écrit :

22. La citation de « Of the Original Contract » de HUME se trouve dans E. BARKER, *Social Contract Essays by Locke, Hume and Rousseau*, Oxford University Press, Londres, 1976, p. 156. Le point de vue particulier de Locke critiqué dans ce passage se trouve pp. 86-88 de ce même volume. La traduction française de la citation de Hume se trouve dans « Du Contrat primitif », in *Essais politiques*, trad. franç. anonyme publiée en 1752 chez J.H. Schneider à Amsterdam, rééditée en fac-similé avec une introduction de R. Polin, Vrin, Paris, 1972, pp. 334-335.

Le scientifique est encore restreint par les caractéristiques de ses instruments, la somme d'argent disponible, l'intelligence de ses assistants, l'attitude de ses collègues, ses partenaires — il ou elle se trouve limité par d'innombrables contraintes physiques, physiologiques, sociologiques et historiques²³.

Ce que dit ensuite Feyerabend sur la liberté de l'individu pêche par le peu de cas qu'il fait des contraintes existant dans la société. De la même façon qu'un scientifique espérant apporter sa contribution à la science est confronté à une situation objective, un individu qui désire améliorer la société est confronté à une situation sociale objective. Ainsi, comme le scientifique qui dispose, dans une situation donnée, d'une gamme de techniques théoriques et expérimentales, celui qui veut réformer la société, se situant dans une situation sociale particulière, a accès à une série de techniques politiques. Dans les deux types de situations, les actions et aspirations de l'individu peuvent être correctement évaluées et analysées uniquement en rapport avec les matières premières sur lesquelles il agit et les « outils » ou « moyens de production » disponibles²⁴. Si notre but est d'améliorer la société contemporaine, nous n'avons pas d'autre choix que de commencer à agir dans cette société même, en essayant de la transformer avec les moyens qui se présentent d'eux-mêmes. De ce point de vue l'idéal utopique de société libre de Feyerabend ne nous est d'aucun secours.

Il ressort des écrits récents de Feyerabend — et je l'ai vu souvent exprimé — que chacun doit suivre ses inclinaisons personnelles et accomplir ce qu'il a à faire. Ce point de vue, une fois adopté, a toutes chances de mener à une situation

23. *Contre la méthode*, p. 205.

24. Louis Althusser fait une analogie utile entre la production matérielle et d'autres formes de production telles que la production de savoir et la production de changement social. Voir en particulier *Pour Marx*, F. Maspero, Paris, 1965, chapitre 6.

dans laquelle ceux qui ont déjà accès au pouvoir le garderont. Comme le dit John Krige, d'une façon que j'aurais souhaité formuler moi-même, « *tout est bon* signifie, pratiquement, *tout se maintient*²⁵ ».

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Dans Science in a Free Society (New Left Books, Londres, 1978), Feyerabend développe certaines idées de Contre la méthode et répond à quelques-uns de ses critiques. Un court article est utile pour ceux qui veulent connaître l'essence de la position de Feyerabend: « How to Defend Society Against Science », Radical Philosophy, 11, 1975, pp. 3-8. En général, les critiques de la position de Feyerabend qui ont été publiées ne brillent pas par leur niveau. L'individualisme extrême que l'on reproche à Feyerabend, parfois avec raison, est fortement critiqué dans une perspective marxiste althussérienne par J. Curthoys et W. Suchting, « Feyerabend's Discourse Against Method: A Marxist Critique », Inquiry, 20 (1977), pp. 243-397.

25. John KRIGE, *Science, Revolution and Discontinuity* (Harvester, Brighton, Sussex, 1980), p. 142. C'est l'auteur qui souligne.

RÉALISME, INSTRUMENTALISME ET VÉRITÉ

1. Remarques introductives

Dans ce chapitre et dans le suivant je tenterai de traiter quelques questions problématiques concernant la relation entre les théories scientifiques et le monde auquel elles sont censées s'appliquer. D'une part nous avons affaire à des théories scientifiques qui sont des constructions humaines sujettes à des modifications et des développements, peut-être sans fin. D'autre part nous avons affaire au monde auquel ces théories sont censées s'appliquer et qui n'est pas sujet au changement, pour ce qui est du monde physique tout au moins. Quelle relation ces deux domaines entretiennent-ils ?

On pourra répondre à cette question en disant par exemple que les théories décrivent, ou visent à décrire, ce à quoi ressemble réellement le monde. J'utiliserai le terme « réalisme » pour caractériser les points de vue qui adoptent une version de cette réponse. Du point de vue réaliste, la théorie cinétique des gaz décrit ce à quoi ressemblent réellement les

gaz. La théorie cinétique s'interprète comme une théorie affirmant que les gaz sont réellement constitués de molécules animées d'un mouvement aléatoire et qui entrent en collision les unes avec les autres et avec les parois du récipient qui le contient. D'une façon similaire, d'un point de vue réaliste, la théorie électromagnétique classique s'interprète en affirmant qu'il existe réellement dans le monde des champs électriques et magnétiques qui obéissent aux équations de Maxwell et des particules chargées qui obéissent à l'équation de la force de Lorentz.

Selon un autre point de vue, que j'appellerai l'instrumentalisme, la composante théorique de la science ne décrit pas la réalité. Les théories y sont vues comme des instruments conçus pour relier entre elles deux séries d'états observables. Pour l'instrumentaliste, les molécules en mouvement de la théorie cinétique des gaz sont des fictions commodes permettant aux scientifiques de relier entre elles des manifestations observables des propriétés des gaz et de procéder à des prédictions; les champs et les charges de la théorie électromagnétique sont également des fictions permettant aux scientifiques d'agir de même en ce qui concerne les aimants, les corps électrisés et les courants porteurs de charge.

Le réalisme contient la notion de vérité. Pour le réaliste, la science cherche à formuler des descriptions *vraies* de ce qu'est réellement le monde. Une théorie qui décrit correctement un aspect du monde et son comportement est vraie, une théorie qui décrit incorrectement quelque aspect du monde est fausse. Selon le réalisme, au sens où on l'entend généralement, le monde existe indépendamment de notre présence en tant que détenteurs de savoir, et son mode d'existence est indépendant de la connaissance théorique que nous en avons. Les théories vraies décrivent correctement cette réalité. Si une théorie est vraie, elle est vraie parce que le monde est comme il est. L'instrumentalisme comprendra

également la notion de réalité, mais dans un sens plus restrictif. Les descriptions du monde observable seront vraies ou fausses selon qu'elles le décrivent correctement ou non. Cependant, les constructions théoriques, qui sont conçues pour nous donner une maîtrise expérimentale du monde observable, ne seront pas jugées en termes de vérité ou de fausseté mais plutôt en termes de leur utilité en tant qu'instruments.

L'idée que la science vise à la vérité dans sa caractérisation de la réalité est souvent utilisée comme argument contre le relativisme. Popper, par exemple, utilise la vérité dans ce sens. Une théorie peut alors être vraie même si personne n'y croit, elle peut être fausse même si tout le monde y croit. Les théories vraies, si elles sont bien vraies, ne sont pas vraies relativement aux croyances des individus ou des groupes. La vérité, comprise comme une caractérisation correcte de la réalité, est vérité objective, pour des réalistes comme Popper.

Je montrerai ultérieurement dans ce chapitre que la notion de vérité généralement présente dans le réalisme est problématique. Mais je commencerai par exposer l'instrumentalisme de façon plus détaillée et montrerai comment sa comparaison avec le réalisme semble avantager ce dernier.

2. *L'instrumentalisme*

L'instrumentalisme dans sa forme extrême opère une nette distinction entre les concepts applicables aux situations observables et les concepts théoriques. Le but de la science est de produire des théories qui sont des dispositifs ou des instruments commodes pour relier une série de situations observables à une autre. Les descriptions du monde comprenant des entités observables décrivent effectivement ce à quoi

ressemble réellement le monde, mais les descriptions des systèmes comprenant des concepts théoriques ne le font pas. Ces dernières doivent être comprises comme des fictions utiles qui facilitent nos calculs. Quelques exemples simples illustreront la position instrumentaliste. L'instrumentaliste naïf admettra qu'il y a réellement des boules de billard dans le monde et qu'elles peuvent rouler à différentes vitesses, entrer en collision les unes avec les autres, et avec les bords de la table de billard, qui existe également réellement. La mécanique newtonienne doit être vue dans ce contexte comme un dispositif calculatoire, permettant de déduire les positions observables et les vitesses des boules de billard à tout instant de leurs positions observables et de leurs vitesses à des instants différents. Les forces intervenant dans ces calculs et dans tout autre calcul semblable (forces d'impulsion dues à l'impact, forces de frottement, etc.) ne sont pas à prendre comme des entités qui existent réellement. Ce sont des créations du physicien. D'une façon similaire, les atomes et les molécules intervenant dans la théorie cinétique des gaz sont aussi considérés par notre instrumentaliste comme des fictions théoriques commodes. L'introduction de ces entités théoriques se justifie parce qu'elles servent à relier une série d'observations d'un système physique contenant des gaz (hauteur de mercure dans un manomètre, mesure avec un thermomètre, etc.) à une autre série similaire. Les théories scientifiques ne sont rien d'autre que des séries de règles reliant une série de phénomènes observables à une autre. Les ampèremètres, la limaille de fer, les planètes et les rayons lumineux existent dans le monde. Les électrons, les champs magnétiques, les épicycles de Ptolémée et l'éther n'ont pas besoin d'exister.

Qu'il existe dans le monde d'autres choses que des choses observables, qui permettraient d'expliquer le comportement des choses observables, ne concerne pas notre instrumentaliste naïf. Quel que soit son point de vue sur la question, ce

n'est pas, pense-t-il, à la science d'établir ce qui peut exister au-delà du domaine de l'observation. La science ne fournit pas de moyen sûr de jeter un pont entre l'observable et l'inobservable.

De nombreux matériaux pour critiquer cette variante naïve de l'instrumentalisme ont été présentés dans les chapitres précédents de ce livre. Peut-être la critique la plus fondamentale qu'on peut lui opposer tient à la forte distinction que fait l'instrumentaliste entre ce qui relève de la théorie et ce qui relève de l'observation. Le fait que tout ce qui concerne l'observation est chargé de théorie a été longuement développé au chapitre 3. Les planètes, les rayons lumineux, les métaux et les gaz sont tous des concepts qui sont théoriques à un certain degré, leur sens provient au moins en partie du système théorique dans lequel ils figurent. Les vitesses que l'instrumentaliste était heureux d'assigner aux boules de billard de l'exemple cité précédemment sont des instances d'un concept théorique particulièrement sophistiqué, qui contient la notion de limite mathématique, et dont la formulation a nécessité beaucoup d'ingéniosité et de travail. Même le concept de boule de billard contient des propriétés théoriques comme l'individualité et la rigidité. Dans la mesure où les instrumentalistes partagent avec les inductivistes leur attitude prudente, qui les amène à n'énoncer que ce qui peut être tiré en toute sécurité d'une base sûre d'observation, leur point de vue est miné par le fait que tous les énoncés d'observation dépendent d'une théorie et sont faillibles. L'instrumentalisme naïf repose sur une distinction qui n'est pas adaptée à la tâche qu'elle est censée remplir.

Le fait que les théories peuvent conduire à des prédictions nouvelles est embarrassant pour les instrumentalistes. Le fait que les théories, supposées réduites à de simples dispositifs calculatoires, puissent mener à la découverte de nouvelles sortes de phénomènes observables au moyen de concepts qui sont des fictions théoriques doit en effet leur apparaître

comme un étrange accident. Le développement de théories sur la structure moléculaire des composés chimiques organiques en est une belle illustration. L'idée que la structure moléculaire d'un composé, le benzène par exemple, est une série d'anneaux fermés d'atomes fut proposée pour la première fois par Kekulé. Kekulé lui-même avait une attitude quelque peu instrumentaliste envers sa théorie et considérait ses anneaux comme des fictions théoriques utiles. De ce point de vue, le fait que ces fictions théoriques soient vues aujourd'hui presque « directement » à travers des microscopes électroniques doit être considéré comme une coïncidence remarquable. De la même façon, les instrumentalistes partisans de la théorie cinétique des gaz ont dû être quelque peu interloqués en observant les résultats des collisions de leurs fictions théoriques avec des particules de fumée dans le cas du mouvement brownien. Et Hertz lui-même finit par reconnaître qu'il avait réussi à produire les champs de la théorie électromagnétique de Maxwell d'une « façon visible et presque tangible ». Ce type d'anecdote va à l'encontre de l'affirmation instrumentaliste naïve que les entités théoriques sont de pures fictions, contrairement aux entités observables. D'autres difficultés soulevées par l'instrumentalisme seront abordées à la section 4.

Dans la mesure où les réalistes admettent la supposition que les entités théoriques de leurs théories correspondent à ce qui existe réellement dans le monde, ils sont plus spéculatifs, plus hardis que les instrumentalistes, ils font preuve d'une moindre prudence et sont moins sur la défensive. Nous pouvons donc nous attendre, en fonction de ce qui précède et de ce qui a été dit aux chapitres 4 et 5 au sujet de la supériorité de la vision falsificationniste sur la vision inductiviste, à ce que l'attitude réaliste soit plus productive que l'attitude instrumentaliste. Voici un exemple historique à l'appui de cet argument.

Quelques contemporains de Copernic et de Galilée ont

adopté une attitude instrumentaliste à l'égard de la théorie de Copernic. Osiander, l'auteur de la préface à l'œuvre majeure de Copernic, *Des révolutions des orbés célestes*, écrivait :

C'est le propre de l'astronome de colliger, par une observation diligente et habile, l'histoire des mouvements célestes. Puis d'en [rechercher] les causes, ou bien — puisque d'aucune manière il ne peut en assigner de vraies — d'imaginer et d'inventer des hypothèses quelconques, à l'aide desquelles ces mouvements (aussi bien dans l'avenir que dans le passé) pourraient être exactement calculés conformément aux principes de la géométrie. Or, ces deux tâches, l'auteur les a remplies de façon excellente. Car en effet il n'est pas nécessaire que ces hypothèses soient vraies ou même vraisemblables ; une seule chose suffit : qu'elles offrent des calculs conformes à l'observation¹.

Autrement dit, la théorie copernicienne ne doit pas être considérée comme une description du monde tel qu'il est réellement. Elle n'affirme pas que la Terre se déplace réellement autour du Soleil. Elle est en réalité un dispositif calculatoire permettant de relier un ensemble de positions planétaires observables à d'autres. Les calculs sont facilités si le système planétaire est traité *comme si* le Soleil en occupait le centre.

Au contraire, Galilée était un réaliste. Lorsqu'il se releva après s'être agenouillé pour confesser devant l'Inquisition romaine ses « erreurs de parcours » en défendant le système copernicien, on raconte qu'il tapa le sol sous ses pieds et murmura : « Et pourtant, elle tourne. » Pour un réaliste défenseur de la théorie copernicienne, la Terre tourne réellement autour du Soleil.

1. In « Au lecteur sur les hypothèses de cette œuvre », préface d'Osiander au livre de N. COPERNIC, *Des révolutions des orbés célestes*, trad. A. Koyré, Librairie A. Blanchard, Paris, 1934 et 1970, p. 28.

Les partisans d'Osiander ont de bonnes raisons de suivre la voie instrumentaliste. Ils sont sûrs ainsi d'éviter les controverses qui ont fait rage entre les partisans de la théorie copernicienne d'une part, et la chrétienté et les adeptes de la métaphysique aristotélicienne de l'autre. Des arguments de nature physique furent également opposés au système de Copernic, comme on l'a vu au chapitre 6, et l'interprétation instrumentaliste lui permit de se protéger de ces difficultés. Au contraire, le point de vue réaliste défendu par Galilée soulevait de nombreux problèmes. Et ce furent ces problèmes mêmes qui furent à l'origine du développement d'une optique et d'une mécanique plus adéquates. Comme je l'ai montré plus haut, c'est l'attitude réaliste qui s'est avérée productive, au moins dans ce cas. Même si la théorie de Copernic n'a pas su se montrer capable de surmonter ces inadéquations, on aura beaucoup appris sur l'optique et la mécanique pendant cette période. L'attitude réaliste est à préférer à l'attitude instrumentaliste naïve parce qu'elle ouvre davantage d'opportunités de développement.

3. *La théorie de la correspondance de la vérité avec les faits*

Comme on l'a lu dans la section 1, le point de vue réaliste contient une notion de vérité : les théories vraies donnent une description correcte d'un aspect du monde réel. J'étudierai maintenant les tentatives qui ont été faites pour préciser cette notion de vérité. Sans l'argumenter ici, je considère que ce que l'on appelle la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits est la seule qui peut prétendre à une notion de vérité conforme aux exigences du réaliste, et je me restreindrai à présenter et à critiquer cette théorie.

L'idée générale d'une théorie de la correspondance de la

vérité avec les faits semble suffisamment parlante et peut être illustrée par des exemples du sens commun d'une façon qui la fait apparaître presque triviale. Selon cette théorie, une phrase est vraie si elle correspond aux faits. Ainsi la phrase « le chat est sur le tapis » est vraie si elle correspond aux faits, c'est-à-dire à la situation d'un chat qui se trouve effectivement sur le tapis, alors que la phrase est fausse s'il n'y a pas de chat sur le tapis. Une phrase est vraie si les choses sont telles qu'elle le dit et fausse dans le cas contraire.

Une difficulté soulevée par la notion de vérité est la facilité avec laquelle elle peut mener à des paradoxes. Ce que l'on appelle le paradoxe du menteur en fournit un exemple. Si je dis « je ne dis jamais la vérité », et si ce que je dis est vrai, alors ce que je dis est faux. Un autre exemple bien connu est celui d'une carte. Sur l'une des faces est écrit : « la phrase écrite sur l'autre face est vraie » et sur l'autre face on lit : « la phrase écrite sur l'autre face est fausse ». Il n'est pas difficile de voir que, dans cette situation, on peut arriver à la conclusion paradoxale que chacune des phrases de la carte est à la fois vraie et fausse.

Le logicien Alfred Tarski a démontré comment on peut éviter les paradoxes dans un système linguistique particulier. Le point crucial de sa démonstration tient à la distinction que l'on doit soigneusement et systématiquement opérer, lorsqu'on parle de la vérité ou de la fausseté dans un système linguistique, entre le « langage-objet » constitué des phrases du système linguistique soumises à l'analyse, et le « métalangage », formé des phrases du système linguistique avec lesquelles on parle du langage-objet. Pour revenir au paradoxe de la carte, en termes de la théorie de Tarski, nous devons décider laquelle des deux phrases appartient au système linguistique sur lequel on parle, et laquelle appartient au système linguistique avec lequel on parle. Si l'on considère que les deux phrases de chaque côté de la carte relèvent du langage-objet, on ne peut plus les considérer comme se

référant l'une à l'autre. Si on adopte la règle selon laquelle chacune des phrases doit être soit dans le langage-objet soit dans le métalangage, mais non dans les deux, de sorte qu'une phrase ne peut à la fois se référer à l'autre et être référée par l'autre, alors il n'y a plus de paradoxe.

Une idée clé de la théorie de la correspondance de Tarski est donc que, pour parler de la vérité des énoncés d'un langage, nous devons faire appel à un langage plus général, le métalangage, au sein duquel nous pouvons nous référer à la fois aux phrases du langage-objet et aux faits avec lesquels ces phrases du langage-objet sont censées correspondre. Ce fut une nécessité pour Tarski de réussir à montrer comment développer systématiquement la notion de correspondance de la vérité avec les faits pour toutes les phrases du langage-objet de façon à éviter les paradoxes. Il s'agissait là d'une tâche techniquement difficile, car tout langage digne d'intérêt possède une infinité de phrases. Tarski atteignit son but pour les langages contenant un nombre fini de prédicats isolés, comme « est blanc » ou « est une table ». Il considère comme donné ce que signifie pour un prédicat d'être satisfait par un objet, x . Des exemples du langage de tous les jours paraissent triviaux. Ainsi, le prédicat « est blanc » est satisfait par l'objet x , si et seulement si x est blanc et le prédicat « est une table » est satisfait par x , si et seulement si x est une table. La notion de satisfaction étant acquise pour tous les prédicats d'un langage, Tarski montra que l'on pouvait construire la notion de vérité en partant de ce point de départ pour toutes les phrases du langage. Pour utiliser une terminologie technique, considérant comme donnée la notion de satisfaction primitive, Tarski définit récursivement la vérité.

Le résultat de Tarski a représenté une avancée technique fondamentale pour la logique mathématique. Elle entretient un rapport étroit avec la théorie des modèles et possède aussi des ramifications dans la théorie de la démonstration. Tarski

a montré également comment des contradictions peuvent survenir lorsqu'on aborde la vérité dans des langages naturels et a indiqué comment les éviter. Tarski est-il allé au-delà ? En particulier, a-t-il fait progresser l'explication de la notion de vérité dans un sens qui pourrait nous aider à comprendre l'énoncé que la vérité est le but de la science ? De son propre aveu, la réponse est non. Tarski considère son point de vue comme « épistémologiquement neutre ». D'autres ne partagent pas cette opinion. Popper écrit par exemple : Tarski... a réhabilité « la théorie de la vérité objective ou absolue comme correspondance, qui était devenue suspecte. Il a en effet revendiqué le libre usage de la notion intuitive de la vérité comme accord avec les faits² ». Examinons l'usage que Popper fait de Tarski pour voir s'il (Popper) parvient à soutenir que cela a un sens de considérer la vérité comme le but de la science.

Voici une tentative de Popper d'élucider la notion d'« accord avec les faits ».

... Nous considérerons donc tout d'abord deux formulations, dont chacune énonce de manière très simple (dans un métalangage) à quelles conditions une assertion donnée (d'un langage-objet) se trouve correspondre aux faits.

1. L'énoncé ou l'assertion « la neige est blanche » correspond aux faits si et seulement si la neige est effectivement blanche.
2. L'énoncé ou l'assertion « l'herbe est rouge » correspond aux faits si et seulement si l'herbe est effectivement rouge³.

Voilà tout ce que Popper a à nous proposer lorsqu'il tente de formuler le sens de l'assertion qu'une affirmation scientifique est vraie ou qu'elle correspond aux faits. Les formulations (1) et (2) de Popper sont si manifestement

2. K.R. POPPER, *Conjectures et Réfutations*, trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay, Payot, 1985, p. 331.

3. *Ibid.*, p. 332.

évidentes qu'elles relèvent simplement de la pédanterie de philosophe.

Les exemples qu'offre Popper sont tirés du discours quotidien, du sens commun. La vérité selon Popper consiste essentiellement en l'appareil de Tarski plus la notion de sens commun de la vérité. Or il est clair que la vérité entendue au sens commun a bien un sens et un champ d'application car, s'il n'en était pas ainsi, cette notion ne figurerait pas dans notre langage et nous ne serions pas capables, par exemple, de faire une distinction entre la vérité et le mensonge. C'est parce que nous disposons bel et bien d'une notion commune de la vérité, que les phrases (1) et (2) de Popper, dans la citation ci-dessus, semblent évidemment et trivialement correctes. La question essentielle qui se pose alors est : « La notion de vérité au sens commun est-elle celle qui convient pour donner un sens à l'affirmation que la vérité est le but de la science ? » Dans la section suivante, je montrerai que la réponse est négative.

4. Problèmes soulevés par la notion commune de vérité

Avant d'aborder les problèmes que pose l'application à la science de la notion commune de vérité en tant que correspondance avec les faits, je souhaite écarter une objection que je considère comme un malentendu. Si on me demande à quoi correspond un énoncé tel que « le chat est sur le tapis », je me sens tenu, à moins de refuser de répondre, de proposer un énoncé. Je répondrai que « le chat est sur le tapis » correspond à la situation du chat qui se trouve sur le tapis. Certains y objecteront par l'argument que j'ai en tête, à savoir que par cette réponse je n'établis pas une relation

entre un énoncé et le monde mais entre un énoncé et un autre énoncé. Le fait que cette objection mène à une impasse peut être montré en utilisant une analogie. Si j'ai une carte de l'Australie et que l'on me demande ce à quoi la carte fait référence, je répondrai : « l'Australie ». Je ne veux pas dire par là que la carte se réfère au mot « Australie », mais si on me demande à quoi la carte fait référence, je dois donner une réponse verbale. Pour moi au moins, l'affirmation que « le chat est sur le tapis » se réfère au chat se trouvant sur le tapis est parfaitement intelligible, et, du point de vue du sens commun au moins, trivialement correcte.

Je voudrais, après m'être débarrassé de cette fausse objection contre la théorie de la correspondance, aborder un point qui lui est lié. Au sein de la théorie de la correspondance, nous devons pouvoir nous référer, dans le métalangage, aux phrases d'un système linguistique ou d'une théorie, et aux faits auxquels ces phrases peuvent éventuellement correspondre. Cependant, nous ne pouvons parler des faits auxquels une phrase est censée se référer qu'en utilisant exactement les mêmes concepts que ceux qui sont contenus dans cette phrase. En disant que « le chat est sur le tapis » fait référence au chat qui se trouve sur le tapis, nous utilisons deux fois les concepts « chat » et « tapis », une fois dans le langage-objet et une fois dans le métalangage, pour nous référer aux faits. On ne peut parler des faits auxquels une théorie fait référence, et auxquels elle est censée correspondre, qu'en utilisant les concepts de la théorie elle-même. Les faits ne nous sont pas accessibles, et on ne peut en parler, sans référence à une théorie.

Si les théories physiques visent à correspondre aux faits, alors les correspondances concernées diffèrent sensiblement de celles que nous avons évoquées à propos des chats sur les tapis. C'est ce que montre clairement Roy Bhaskar, dans son

livre *A Realist Theory of Science*⁴. Bhaskar écrit en effet que les lois et les théories scientifiques ne peuvent être analysées comme expression de relations entre des séries d'événements, ce que font nombre d'empiristes. La seule interprétation correcte des lois scientifiques est de les considérer comme l'expression de conjonctions constantes d'événements de la forme « les événements de type A sont invariablement accompagnés ou suivis par des événements de type B ». L'argument de Bhaskar repose sur le fait que l'expérience fait partie intégrante de la physique et qu'elle y joue un rôle. Les expériences sont effectuées par des agents humains. Les agents humains conçoivent et construisent des dispositifs expérimentaux, qui constituent les systèmes approximativement clos appropriés pour tester les lois et les théories scientifiques. Les événements qui se produisent pendant le déroulement d'une expérience, les impacts lumineux sur des écrans, les positions des aiguilles sur des graduations, etc., sont dans un sens provoqués par des agents humains : ils ne se produiraient pas sans leur intervention. Mais si les conjonctions d'événements permettant de tester les lois sont, dans ce sens, provoquées par les agents humains, les lois que ces expériences permettent de tester existent en dehors de toute action humaine. (Il m'est facile de modifier le déroulement d'une expérience par quelque intervention intempestive et de modifier par là même la conjonction d'événements que l'on cherche à mettre en évidence. Mais en procédant de la sorte, je ne bouleverse pas les lois de la nature.) Par conséquent il doit y avoir une distinction entre les lois de la physique et les séquences d'événements produites dans l'activité expérimentale qui font preuve pour ces lois.

Si nous voyons en la physique la recherche de la vérité, les correspondances qu'elle contient seront fondamentalement

4. Roy BHASKAR, *A Realist Theory of Science* (Harvester, Brighton, Sussex, 1978).

différentes de celles que l'on trouve dans des énoncés concernant la blancheur de la neige ou la présence de chats sur des tapis. Schématiquement, on peut dire que les lois de la physique choisissent certaines propriétés ou caractéristiques qui peuvent être attribuées à des objets ou à des systèmes dans l'univers (par exemple, la masse) et expriment les comportements de ces objets ou systèmes eu égard à leurs propriétés ou caractéristiques (par exemple, la loi de l'inertie). En général, les systèmes auront d'autres caractéristiques que celles ayant trait à une loi donnée, et seront soumis aux effets simultanés de ces caractéristiques supplémentaires. Par exemple, une feuille qui tombe est à la fois un système mécanique, hydrodynamique, chimique, biologique, optique et thermique. Les lois de la nature ne se réfèrent pas aux relations entre événements localisables tels que des chats sur des tapis, mais à quelque chose que nous pouvons appeler des *tendances transfactuelles*.

Prenons comme exemple la première loi du mouvement de Newton, qu'Alexandre Koyré a décrite comme l'explication du réel par l'impossible. Il est certain qu'aucun corps n'a jamais eu un mouvement qui illustre parfaitement cette loi. Néanmoins, si la loi est correcte, tous les corps lui obéissent, même s'ils ont rarement l'occasion de le montrer. Le but de l'expérimentation est de leur donner cette chance. Si les lois de Newton sont « vraies », elles le sont toujours, et pas uniquement sous certaines conditions expérimentales définies. S'il en était ainsi, il ne serait pas justifié de chercher à les appliquer en dehors de ces conditions expérimentales. Si les lois de Newton sont vraies, elles sont toujours vraies, mais elles s'accompagnent habituellement de l'effet simultané d'autres propriétés. S'il faut trouver ce à quoi correspondent les lois de Newton, c'est bien à des tendances transfactuelles, fort différentes des états localisés tels que des chats sur des tapis.

Je me suis intéressé jusqu'ici aux types de correspondances

que l'on trouve en physique. Mais je vais montrer qu'il y a quelque raison de douter du fait même que la physique puisse être analysée comme recherche de la vérité.

Le type de problème auquel je pense a été illustré par Kuhn⁵. Il s'agit de l'absence de convergence qui ressort de l'histoire de la physique entre les choses qui existent et les tendances qu'elles recèlent. L'histoire de l'optique en fournit un exemple frappant. Au long du développement de l'optique depuis Newton jusqu'à nos jours, un faisceau de lumière a été décrit d'abord comme un courant de particules, puis comme une onde, puis comme quelque chose qui n'est ni un courant de particules ni une onde. Comment peut-on analyser cette suite de théories en tant que rapprochement vers ce à quoi le monde ressemble réellement? Ce type de problème surgit, bien que de façon pas toujours aussi évidente, à chaque fois qu'une avancée révolutionnaire se produit en physique.

Un autre problème posé par l'application à la physique de la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits est qu'il existe souvent pour une même théorie des formulations alternatives et d'aspects très différents. Un exemple est celui des différentes formulations de la théorie de l'électromagnétisme classique l'une en termes de champs électromagnétiques occupant tout l'espace, l'autre en termes de charges localisées et de courants agissant à distance, les actions étant exprimées sous la forme de potentiels qui se propagent à la vitesse de la lumière. On trouvera d'autres exemples de ce type dans les diverses formulations de la mécanique classique et de la mécanique quantique. Il peut sembler hautement probable que quelques-unes de ces formulations soient équivalentes, au sens où tout ce qui peut être prédit ou

5. Voir Thomas KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, pp. 279-280.

expliqué par l'une peut être prédit ou expliqué par l'autre⁶. Ce genre de formulations équivalentes, si elles existent, sont embarrassantes pour les partisans de la théorie de la correspondance. Ils sont confrontés à la question, par exemple, de savoir si le monde contient réellement des champs électromagnétiques ou des potentiels qui se propagent et n'ont aucun moyen d'y répondre.

Une troisième difficulté pour les tenants de la théorie de la correspondance vient du fait que nos théories sont des créations humaines, sujettes au développement et au changement, alors que le monde physique faisant l'objet de ces théories a un comportement tout autre. Une version forte de la thèse que le but de la science est la vérité se heurte à cette simple observation. Du point de vue de la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits, l'aboutissement idéal de toute branche de la science sera la « vérité absolue ou objective ». Ce sera *la* description correcte de cet aspect du monde dont traite cette branche particulière de la science. A l'exception de quelques éléments mineurs, comme les mots utilisés pour décrire les caractéristiques préexistantes de l'univers, l'aboutissement d'une branche de la science, la vérité, ne sera pas un produit social. Elle est ordonnée par la nature du monde avant même que la science s'y soit penchée. Si la science, qui est un produit social, humain, devait atteindre un point d'aboutissement ainsi conçu, elle se métamorphoserait abruptement en quelque chose qui, au sens fort, n'aurait plus rien à voir avec une création humaine. Cela m'apparaît hautement improbable.

6. Ce n'est pas le lieu d'entrer dans les détails du débat pour savoir si les exemples que j'ai donnés constituent des alternatives équivalentes. S'il s'avère qu'il n'existe pas d'alternatives équivalentes du type que je propose, alors l'objection particulière que j'ai soulevée ici tombe.

5. Popper et l'approximation vers la vérité

L'une des contributions essentielles de Popper à ce projet d'analyser la science comme recherche de la vérité est le fait qu'il reconnaît l'importance de l'idée de l'approximation vers la vérité. Pour Popper, les théories faillibilistes du passé qui ont été remplacées, comme la mécanique de Galilée ou de Newton, sont fausses à la lumière de nos théories actuelles, mais nous ne pouvons pas dire des théories modernes de la physique einsteinienne ou quantique qu'elles sont vraies. En fait, elles sont vraisemblablement — fausses, et susceptibles d'être remplacées par des théories supérieures dans l'avenir. En dépit de cette fausseté ou de cette fausseté probable de nos théories, les falsificationnistes comme Popper maintiennent que la science a progressé en se rapprochant toujours de la vérité. Par exemple, ils se sentent obligés de dire que la théorie de Newton est plus proche de la vérité que celle de Galilée, même si toutes les deux sont fausses. Popper était conscient qu'il lui fallait absolument donner un sens à l'idée d'*approximation vers la vérité* pour que cela ait un sens de soutenir, par exemple, que la théorie de Newton est une meilleure approximation vers la vérité que celle de Galilée.

Popper essaya de donner un sens à l'approximation vers la vérité, qu'il appelle la *vérisimilarité*, en faisant appel aux conséquences vraies et fausses d'une théorie. Si nous appelons la classe de toutes les conséquences vraies d'une théorie son *contenu de vérité*, et la classe de toutes les conséquences fausses son *contenu de fausseté*, alors nous pouvons dire, en citant Popper :

Si l'on pose que les contenus de vérité et les contenus de fausseté de deux théories t_1 et t_2 sont comparables, on pourra dire que t_2 ressemble plus étroitement à la vérité ou correspond mieux aux faits que t_1 si et seulement si

- 1) le contenu de vérité de t_2 est supérieur à celui de t_1 , sans qu'il en soit de même de son contenu de fausseté,
- 2) le contenu de fausseté de t_1 est supérieur à celui de t_2 , sans qu'il en soit de même de son contenu de vérité⁷.

Si nous poursuivons, et supposons que la taille des deux classes est mesurable, hypothèse sur laquelle Popper a exprimé des doutes, nous pouvons dire que la *vérisimilarité* d'une théorie est quelque chose comme la mesure de son contenu de vérité moins la mesure de son contenu de fausseté. L'affirmation qu'une science tend à approcher la vérité peut maintenant être reformulée en ces termes : « au fur et à mesure qu'une science progresse, la *vérisimilarité* de ses théories augmente régulièrement⁸. »

Je ne pense pas que ce changement d'attitude permette à Popper de surmonter les objections à l'application de la théorie de la correspondance à la physique discutée dans la section précédente. En outre, l'on peut montrer, me semble-t-il, que la thèse de Popper du progrès comme approximation successive vers la vérité a un caractère instrumentaliste en désaccord avec ses aspirations réalistes.

Si nous considérons les changements réalistes dans le développement de la physique, alors, non seulement la théorie qui est remplacée à l'issue de la révolution est inadéquate du point de vue de la théorie qui lui succède, mais elle attribue au monde des caractéristiques qu'il ne possède pas. Par exemple, la théorie de Newton attribue la propriété « masse » à tous les systèmes ou parties de systèmes de l'univers, propriété qui n'existe plus avec la théorie d'Einstein. La masse einsteinienne est une *relation* entre un système physique et un système de référence. Comme nous l'avons vu, Kuhn et Feyerabend ont tous deux mis en relief

7. K. R. POPPER, *Conjectures et Réfutations*, pp. 345-346.

8. Les tentatives récentes dans la littérature de préciser la notion de *vérisimilarité* portent les marques d'un programme en voie de dégénérescence.

la très grande différence entre le monde mécanique décrit par la théorie de Newton et celui décrit par la théorie d'Einstein. Les conceptions démodées et inadéquates de masse, force, espace et temps, qui sont utilisées dans la formulation de la théorie de Newton, se transmettent à toutes ses conséquences déductives. Par conséquent, strictement parlant, si nous nous exprimons en termes de vérité et de fausseté, *toutes ces conséquences déductives sont fausses*. Le contenu de vérité de la théorie de Newton est nul, comme l'est le contenu de vérité de toutes les théories mécaniques avant Einstein. Le contenu de vérité de la théorie d'Einstein elle-même pourra se révéler nul au sortir d'une future révolution scientifique. Vue de cette façon, la tentative de Popper de comparer des théories « fausses » en comparant leurs contenus de vérité et de fausseté, et par là d'analyser la science comme s'approchant de la vérité, tombe à l'eau.

Il est un moyen qui rendrait invulnérable à ce type de critique la conception de Popper d'approche vers la vérité. Il s'agit de l'interprétation instrumentaliste des théories. Si, par exemple, nous ajoutons aux affirmations de la théorie de Newton certaines procédures pratiques pour la mettre à l'épreuve, des moyens bien définis de mesurer la masse, la longueur et le temps, nous pouvons dire qu'une large classe de prédictions de la théorie newtonienne, interprétées en termes de lectures sur des graduations et des horloges, etc., se révéleront correctes à l'intérieur des limites de la précision expérimentale. Quand on l'interprète de cette façon, le contenu de vérité des théories de Newton et d'autres théories fausses ne sera pas nul, et il pourra même être possible d'appliquer la conception de Popper d'approximation vers la vérité à certaines séries de théories de la physique. Cependant, cette interprétation de la théorie de Popper de la vérissimilarité introduit un élément instrumentaliste qui entre en conflit avec les intentions réalistes que Popper exprime par ailleurs. Elle remet en cause, par exemple, l'affirmation

que « *ce que nous essayons de faire en science est de décrire et (autant que possible) d'expliquer la réalité*⁹ ». Dans le prochain chapitre je donnerai un argument fort qui montre que cette retraite instrumentaliste du réalisme est inadéquate.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Le réalisme et l'instrumentalisme sont présentés par K.R. Popper dans « Trois conceptions de la connaissance », in Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique, trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay, Payot, 1985, pp. 165-174; P.K. Feyerabend, « Realism and Instrumentalism », in The Critical Approach to Science and Philosophy, M. Bunge éd. (Free Press, New York, 1964), p. 280-308; et J.J.C. Smart, Between Science and Philosophy (Random House, New York, 1968). L'article dans lequel Tarski développe son analyse formelle de la vérité est « Le Concept de vérité dans les langages formalisés », in Logique, Sémantique, Métamathématique, 1923-1944, trad. fr. dirigée par G. Granger, Armand Colin, Paris, 1972, vol. I. Un résumé moins formel de ses résultats se trouve dans l'article « La conception sémantique de la vérité », in Logique, Sémantique, Métamathématique, 1923-1944, op. cit., vol. II et on en trouvera un compte rendu informel dans « Truth and Proof », Scientific American, juin 1969. La théorie de Popper de la vérissimilarité se trouve essentiellement dans « Vérité, Rationalité et Progrès de la connaissance scientifique », in Conjectures et Réfutations, ch. 10, et dans « Deux aspects du sens commun », in La Connaissance objective, trad. Catherine Bastyns, éd. Complexe, Bruxelles, 1978, ch. 2 et « Philosophical Comments on Tarski's Theory of Truth », in Objective Knowledge, ch. 9. Pour une discussion de certains aspects techniques de la vérissimilarité par divers auteurs, voir British Journal for the Philosophy of Science, 25 (1974), pp. 155-188.

9. K.R. POPPER, *La Connaissance objective*, p. 51.

RÉALISME NON FIGURATIF

1. *La relation entre les théories et leurs successeurs*

Dans le chapitre précédent j'ai critiqué les points de vue instrumentalistes ainsi que des points de vue réalistes sur la physique qui contiennent une théorie de la correspondance de la vérité avec les faits. Il m'incombe de suggérer une autre conception viable. Mais, auparavant, j'en dirai un peu plus, dans la présente section, sur la relation entre les théories qui sont remplacées et celles qui les remplacent à l'issue d'une transformation révolutionnaire. Par commodité, j'utiliserai une fois encore la relation entre la théorie de Newton et celle d'Einstein, exemple favori de Kuhn et de Feyerabend lorsqu'ils illustrent ce qu'ils appellent l'incommensurabilité.

Comme je l'ai exposé précédemment, la caractérisation du monde contenue dans la théorie de Newton est très différente de celle contenue dans la théorie d'Einstein. Vue à travers les lunettes de la théorie d'Einstein, la théorie de Newton ne correspond pas aux faits. Cela étant donné, quel compte rendu le réaliste va-t-il donner de la relation entre la théorie de Newton et le monde, et comment va-t-il rendre compte du

fait qu'elle ait connu tant de succès? Dans le chapitre précédent, nous avons vu les nombreuses raisons qui empêchent d'en donner une description instrumentaliste. C'est ici que l'argument développé par Bhaskar a toute son importance. Pendant plus de deux siècles, la physique newtonienne a fait de l'expérimentation une de ses composantes essentielles: il est donc impossible de comprendre cette physique et son succès partiel en l'analysant comme une tentative d'établir des corrélations entre événements, observables ou non¹. Par conséquent, un réaliste ne pourra se résoudre à expliquer la relation entre la théorie de Newton et le monde en montrant que, si la théorie d'Einstein correspond aux faits, alors toute une série d'observations sera conforme à la théorie de Newton interprétée d'un point de vue instrumentaliste. En cela, il ne rendrait pas justice à la théorie de Newton et n'expliquerait pas les travaux expérimentaux poursuivis pendant deux siècles en prenant appui sur elle.

Un autre raisonnement du même genre permettrait d'aboutir aux conclusions suivantes. Tout en reconnaissant que les cadres conceptuels des théories d'Einstein et de Newton diffèrent suffisamment pour que l'on ne puisse pas dire que les deux théories entretiennent des relations strictement logiques, on peut montrer que, si la théorie d'Einstein est applicable au monde, alors la théorie de Newton lui est approximativement applicable, dans une grande variété de circonstances. Par exemple on peut montrer, à l'intérieur de la théorie d'Einstein, que si la vitesse d'un système est petite par rapport à un ensemble de référentiels, la valeur de la masse du système sera approximativement la même, quel que soit le référentiel dans lequel

1. Dans la mesure où l'instrumentalisme contient l'hypothèse que la physique doit être comprise comme faisant des affirmations au sujet des relations entre événements observables, il est un cas particulier de la position rejetée ici.

elle est mesurée. Par conséquent, dans un ensemble de référentiels, nous ne nous tromperons pas beaucoup si nous traitons la masse comme une propriété plutôt que comme une relation. De façon similaire, dans les mêmes conditions, on peut montrer qu'à l'intérieur de la théorie d'Einstein, si on traite la masse comme une propriété, la somme du produit de la masse par la vitesse pour chaque partie du système restera constante jusqu'à un haut degré d'approximation, dans un référentiel particulier de l'ensemble. Autrement dit, nous pouvons montrer, en nous plaçant du point de vue de la théorie d'Einstein, que la loi newtonienne de conservation de la quantité de mouvement est approximativement valable tant que les vitesses ne sont pas trop grandes².

Encore une fois, nous sommes forcés de conclure que la théorie de Newton ne peut être caractérisée de manière adéquate en termes instrumentalistes. En outre, elle ne peut être analysée en termes typiquement réalistes puisque, du point de vue de la théorie d'Einstein, elle ne correspond pas aux faits³.

2. Le fait que les deux théories sont logiquement incommensurables et que les significations de termes comme la masse diffèrent selon les deux théories ne pose pas de problème particulier pour le type de comparaison de théories que j'ai esquissé. Le fait qu'il existe une gamme de situations auxquelles les deux théories sont censées être applicables (comme le système solaire ou le mouvement de particules chargées dans un tube à décharge) est garanti en raison de la façon même par laquelle la théorie d'Einstein répond aux problèmes internes à la théorie newtonienne en conjonction avec l'électrodynamique classique. Etablir l'interprétation de théories et les façons de les comparer est un problème pratique et historique et non un problème purement logique.

3. Cet argument sur l'absence de correspondance peut être illustré encore plus clairement par d'autres exemples. Ainsi, du point de vue de la physique moderne, il n'y a dans le monde rien qui corresponde aux particules newtoniennes de lumière, il n'y a pas d'électron qui posséderait une individualité, une taille, une forme, une position et une trajectoire bien définies.

2. *Le réalisme non figuratif*

Le monde physique est tel que la théorie newtonienne lui est approximativement applicable dans un grand nombre de circonstances. Le degré auquel il en est ainsi peut être compris à la lumière de la théorie d'Einstein. La validité approximative de la théorie newtonienne doit être testée dans certaines conditions expérimentales, bien qu'il puisse continuer à l'être même en dehors de toute situation expérimentale, si le monde est tel que la théorie newtonienne lui soit applicable. La théorie de Newton ne peut être analysée comme une théorie qui correspond aux faits, mais son applicabilité au monde doit être comprise en un sens plus fort que celui donné par l'instrumentalisme. Il me semble qu'un réaliste souscrivant à la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits acceptera forcément l'intégralité de ces commentaires sur le statut de la théorie de Newton. Une fois que l'on admet cela et que l'on tient compte des difficultés liées à la théorie de la correspondance de la vérité, abordées dans la section précédente, on en arrive tout naturellement à ma propre conception, qui consiste à considérer toutes les théories physiques de la même façon que ce qui précède nous a amenés à considérer la théorie newtonienne.

Du point de vue que je souhaite défendre, le monde physique est tel que nos théories physiques actuelles lui sont applicables à un degré ou à un autre, et, en général, à un degré supérieur à celui des théories précédentes, ceci tout au moins pour la plupart de ses aspects⁴. Le but de la physique

4. Je ne souhaite pas en arriver à l'énoncé plus fort qu'une théorie doit faire la preuve de sa supériorité sur la précédente à tous égards. Il peut s'avérer, par exemple, que tous les succès de la théorie de Newton ne puissent s'intégrer à la mécanique quantique. Admettre ce fait ne soulève pas de difficulté particulière en ce qui concerne ma position, mais peut poser des problèmes à ceux qui voient en la vérité le but ultime de la science.

sera d'établir des limites à l'application des théories actuelles et de développer des théories qui sont applicables au monde avec un plus grand degré d'approximation dans une grande variété de circonstances. J'appellerai ce point de vue *réalisme non figuratif*.

Le réalisme non figuratif est *réaliste* en deux sens. Premièrement, il contient l'hypothèse que le monde physique est ce qu'il est, indépendamment de la connaissance que nous en avons. Le monde est ce qu'il est, quoi que puissent en penser les individus ou les groupes. Deuxièmement, il est réaliste parce qu'il contient l'hypothèse que, dans la mesure où les théories sont applicables au monde, elles le sont toujours, à l'intérieur comme à l'extérieur de toute situation expérimentale. Les théories physiques sont plus que de simples affirmations sur les corrélations entre séries d'énoncés d'observation. Le réalisme dont je parle est *non figuratif* dans la mesure où il ne contient pas une théorie de la correspondance de la vérité avec les faits. Le réaliste non figuratif ne suppose pas que nos théories décrivent des entités dans le monde, comme les fonctions d'onde ou les champs, à la manière dont le sens commun comprend que notre langage décrit les chats et les tables. Nous pouvons évaluer nos théories selon le critère de leur degré de réussite à saisir un aspect du monde, mais nous ne pouvons pas aller au-delà et évaluer le degré auquel elles parviennent à décrire le monde tel qu'il est réellement, pour la bonne raison que nous n'avons pas accès au monde indépendamment de nos théories d'une façon qui nous permettrait de juger l'adéquation de ces descriptions. Cela heurte le sens commun, qui suppose que les discours sur les chats ou les tables contiennent ce que l'on considère comme étant des descriptions de ces animaux ou objets. Cependant, je voudrais rappeler à ceux qui défendent la possibilité d'appliquer à la physique la théorie de la corres-

pondance de la vérité avec les faits qu'ils sont eux aussi dans l'obligation de réussir, d'une façon ou d'une autre, à rendre intelligible ce qu'ont dit Newton des particules de lumière, Maxwell de l'éther et Schrödinger des fonctions d'onde.

Parce qu'il refuse de voir la vérité comme correspondant aux faits, le réalisme non figuratif évite les écueils que rencontrent les points de vue réalistes ordinaires. Le fait que des ensembles de théories physiques, comme les théories successives de la lumière, ne puissent être analysées comme des *descriptions* de plus en plus fines de la réalité ne pose pas de problèmes. Pas plus que le fait qu'il existe des formulations très différentes et, le cas échéant, équivalentes de la même théorie contenant des « images » parfois très différentes de la réalité. Le réalisme non figuratif s'accorde également mieux que le réalisme standard avec le fait que nos théories sont des productions sociales sujettes à des changements radicaux. Nos théories sont une forme particulière de production sociale, même si leur prise sur le monde physique, qui n'est pas un produit social, n'est pas socialement déterminée.

Le réalisme non figuratif ne tombe pas sous le coup des objections habituelles faites à l'instrumentalisme. Il ne recourt pas à la distinction problématique entre termes observationnels et théoriques. Dans la mesure où il fait la part belle au rôle de l'expérience, il intègre au sens fort la dépendance des données empiriques portant sur des théories par rapport à ces théories mêmes⁵. Les succès des prédictions nouvelles, qui posent problème à l'instrumentalisme, peuvent être interprétés du point de vue du réalisme non figuratif. Si le monde est tel que nos théories physiques lui sont applicables, le fait d'étudier son applicabilité à des

5. La section 4 du chapitre 3 est en rapport direct avec ce point.

domaines nouveaux conduit à des découvertes⁶. On reproche en outre souvent à l'instrumentalisme de mener ses adeptes à une attitude conservatrice envers la physique qui a pour effet d'en freiner le progrès, parce qu'il interdit toute spéculation potentiellement productive sur des entités théoriques. Le réalisme non figuratif ne tombe pas sous le coup de ce type de critique, car il exige de déterminer le domaine d'application des théories en les soumettant à une batterie complète de tests. Qui plus est, le réalisme non figuratif reconnaît que le domaine d'application d'une théorie pourra être connu avec plus de certitude grâce à une théorie nouvelle, qui en permettra une connaissance plus profonde. A cet égard il contribue plus à une croissance et à un développement réguliers qu'un point de vue qui considère la physique comme visant un point ultime appelé vérité. Du point de vue du réalisme non figuratif, il n'y a pas de fin au progrès de la physique. Quelle que soit l'étendue du domaine d'application de nos théories, la possibilité reste toujours ouverte de les développer à un niveau plus profond, plus étendu, ou sur de nouveaux fronts.

3. *Qu'est-ce que cette chose qu'on appelle la science ?*

On pourra objecter à la façon dont je caractérise le réalisme non figuratif en termes de possibilité d'application des théories au monde, ou de leur capacité à appréhender le monde, qu'elle est trop vague. J'admets que mon point de

6. Une fois encore, on peut insister sur le fait que les tenants du réalisme qui prennent en compte la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits sont obligés d'expliquer comment des théories vaincues, comme celle de Newton, ont été capables de faire des prédictions couronnées de succès, alors que, strictement parlant, elles ne correspondent pas aux faits. Je soupçonne que, ce faisant, ils soient amenés à adopter un point de vue similaire à celui que je défends pour toutes les théories physiques.

vue est vague, certes, et je répondrai à cette critique qu'il ne s'agit pas d'un point faible mais d'un point fort. Les différents moyens que nous utilisons pour théoriser le monde nous entraînent dans un processus de découverte ininterrompu, dont nous ne pouvons pas connaître *a priori* quel il sera par le truchement d'une quelconque argumentation philosophique. Galilée découvrit qu'il était possible de saisir certains aspects du monde physique au moyen d'une théorie mathématique du mouvement ; puis les théories de Newton s'en écartèrent sur certains points essentiels ; la mécanique quantique appréhende le monde par des voies qui diffèrent fondamentalement de celles de la physique classique. Qui sait à quoi ressembleront les théories futures ? Certes pas les philosophes de la science. Tout point de vue sur la relation entre les théories de la physique et le monde que ces théories sont censées représenter ne devrait pas être de nature à gêner un développement à venir. Par conséquent, il est essentiel qu'il reste une part de vague.

Ma conception de la relation entre les théories physiques s'appuie sur deux caractéristiques générales de la physique depuis Galilée. Premièrement, la physique inclut l'expérimentation, ce qui me fournit un argument pour rejeter l'instrumentalisme. Deuxièmement, la physique a vécu des changements révolutionnaires, facteur sur lequel j'ai fondé une partie de ma critique de l'application à la physique de la théorie de la correspondance de la vérité avec les faits. Il faudra évidemment préciser cette analyse si l'on souhaite décrire ce que furent ces deux siècles de physique. Nous pouvons dire que la physique comprend des généralisations universelles formulées en termes mathématiques, que les systèmes de théories forment quelque chose qui ressemble aux programmes de recherche de Lakatos, et que leur développement a eu lieu en conformité avec la thèse objectiviste du changement présentée au chapitre 11. C'est ainsi que nous pouvons donner tout son sens à la question :

« Qu'est-ce que cette chose qu'on appelle la physique ? » Cependant, rien ne nous dit que la physique ne va pas subir des transformations radicales dans l'avenir. La mécanique quantique moderne, nous l'avons déjà mentionné, diffère de la physique classique sur plusieurs aspects fondamentaux, et la physique peut être en train de changer de caractère, nous l'avons vu également, en raison des changements sociaux liés à la croissance du capitalisme monopoliste.

L'ossature de l'argumentation présentée dans ce livre a consisté à présenter en parallèle les conceptions sur la physique avec la physique telle qu'elle est. En vertu de quoi, il me semble maintenant que la question qui constitue le titre de ce livre est à fois trompeuse et présomptueuse. Elle présuppose l'existence d'une catégorie unique, la « science », et amène à penser que les différents domaines du savoir, la physique, la biologie, l'histoire, la sociologie, etc., n'ont d'autre alternative que de situer soit à l'intérieur soit à l'extérieur de cette catégorie. Je ne sais comment une telle caractérisation générale de la science peut être établie ou défendue. Les philosophes ne possèdent pas le moyen de légiférer sur le critère à satisfaire pour juger acceptable ou « scientifique » un domaine de savoir. Chaque domaine de savoir peut être analysé pour ce qu'il est. Autrement dit, nous pouvons nous demander quels sont ses buts, qui s'éloigneront éventuellement de ce que l'on pense ou de ce que l'on se représente communément, quels sont les moyens utilisés pour y parvenir et quel degré de succès ils atteignent. Il ne s'ensuit pas qu'aucun domaine du savoir ne puisse être critiqué. Nous pouvons essayer de critiquer tout domaine du savoir en critiquant ses buts, en déterminant si ses méthodes sont appropriées pour atteindre ces buts, en les confrontant avec d'autres moyens meilleurs d'atteindre les mêmes buts, etc. De ce point de vue nous n'avons pas besoin d'un référent général, la « science », pour y inclure ou en exclure tout domaine du savoir.

4. *Le relativisme en perspective*

Certaines de mes remarques dans la section précédente ont un parfum relativiste. Dans cette section je montrerai en quoi ma position a un caractère relativiste et en quoi elle ne l'a pas.

En ce qui concerne les façons d'évaluer ou de juger les théories, ma position est relativiste au sens où je nie l'existence de quelque critère absolu de jugement. En particulier, il n'y a pas de catégorie générale « science », ni un concept de vérité dont la quête serait le but de la science. Chaque domaine du savoir doit être jugé selon ses propres mérites, en s'interrogeant sur ses buts et en se demandant à quel point il les atteint. En outre, les jugements concernant les buts sont eux-mêmes relatifs à une situation sociale. Les jugements sur les buts de quelque branche absconse de la logique mathématique ou de la philosophie analytique, en termes de plaisir esthétique qu'elle peut apporter à ceux qui y participent, peuvent avoir une valeur considérable au sein d'une classe privilégiée d'une société opulente, mais n'auront que peu de prix aux yeux d'une classe opprimée d'un pays du tiers monde. La recherche de la maîtrise technologique de la nature a une importance cruciale dans une société où les problèmes sociaux les plus pressants nécessitent son accroissement, et elle devrait être moins importante dans notre société où il semble que les problèmes sociaux les plus pressants soient exacerbés plutôt qu'aplanis par les progrès accomplis sur ce plan.

Cette discussion consistant à *juger* le statut des domaines du savoir est moins significative compte tenu des aspects non relativistes de ma position. Son orientation objectiviste met l'accent sur le fait que les individus dans la société sont confrontés à une situation sociale qui possède ses caractéris-

tiques propres, que cela leur plaise ou non, qu'ils en aient conscience ou non, et ils disposent d'une série de moyens pour transformer cette situation, qu'ils peuvent apprécier ou non. Et toute action entreprise pour changer la situation aura des conséquences qui dépendent du caractère objectif de la situation et pourront s'éloigner notablement des intentions de l'acteur. De la même façon, dans le domaine du savoir, les individus sont confrontés à une situation objective et ont à leur disposition un ensemble de méthodes et de matières premières théoriques qui les aident à transformer la situation. En fait, une théorie peut très bien atteindre mieux qu'une autre certains objectifs, et les individus et les groupes peuvent en juger différemment.

De ce point de vue, les jugements émis par des individus sur le caractère et les mérites des théories sont moins significatifs qu'on ne le croit souvent. Ma vision objectiviste du changement théorique a été conçue pour montrer que le développement de la physique pendant deux cents ans peut être expliqué sans que les jugements méthodologiques des individus ou des groupes y interviennent de façon cruciale. Considérons la recherche d'une plus grande maîtrise technique de la nature. Ce but a plus de signification dans les sociétés capitalistes que dans les sociétés féodales qu'elles ont remplacées. Dans une économie capitaliste, l'accroissement de la maîtrise technologique est une nécessité, car les capitalistes qui ne parviennent pas à le mettre en œuvre sont éliminés du marché par ceux qui y parviennent et sont par conséquent acculés à la faillite. La situation était bien différente dans la société féodale. Les communautés voisines des châteaux n'étaient pas obligées par la nature du système économique de concourir de cette façon. Une communauté féodale qui ne parvenait pas au même niveau technique que sa voisine n'en était pas ruinée par autant, elle devait simplement se contenter d'un niveau de vie inférieur. Ce type

d'analyse des buts ne fait aucune part aux jugements ni aux valeurs des individus.

Ce qui précède ne signifie pas que les jugements des individus ne comptent pas, que ce soit dans le domaine du changement de théorie ou du changement social. Dans les deux cas, tout changement résulte uniquement des actes des individus ou des groupes et les actes entrepris par les individus sont directement influencés par le jugement qu'ils portent sur la situation à laquelle ils sont confrontés et par la compréhension qu'ils ont des buts qu'ils poursuivent. Mais ce qui précède indique que le changement de théorie ou le changement social ne doit pas être compris uniquement, ni même principalement, comme résultant des jugements humains.

Vu ce que sont les théories physiques à tout stade de leur développement, et vu ce qu'est le monde physique, ces théories parviennent à appréhender le monde jusqu'à un certain point, et cela, que les individus ou les groupes jugent la situation correctement ou non. Le fait que la physique ait existé, qu'elle se soit maintenue dans la société occidentale et qu'elle ait, au moins jusqu'à récemment, progressé de la manière internaliste que j'ai présentée en décrivant de façon objectiviste le changement de théorie, doit être expliqué en termes de la relation entre la nature objective de la physique et la nature objective de la société occidentale. Pour caractériser la société occidentale, il faudra inclure un développement de la façon dont ses membres se perçoivent eux-mêmes et voient la société, et, plus spécifiquement, sur les attitudes qu'ils adoptent envers la physique. Mais ces dernières ne seront pas le seul facteur expliquant le maintien et le développement de la société; et ces attitudes ne sauraient être considérées comme primitives et détachées de causes sociales sous-jacentes.

La tendance objectiviste qui sous-tend mes remarques va à l'encontre des variantes extrêmes de relativisme, selon

lesquelles une théorie est aussi bonne qu'une autre, le tout n'étant qu'une question d'opinion ou une question de désirs subjectifs, comme Feyerabend l'a suggéré à des moments d'inadvertance. D'un point de vue réaliste, interprété au sens large, le but des théories est d'essayer de saisir quelque aspect du monde. Cela s'oppose à ce qui semble implicite dans certains points de vue relativistes, à savoir que l'on développe des théories dans le but de convaincre les autres que l'on a raison.

5. *A quoi bon se casser la tête ?*

Le moment est venu dans la dernière section du livre de se demander où j'ai voulu en venir. A quoi riment les questions soulevées dans les pages précédentes ? Le problème se pose d'autant plus que l'on admet, comme je l'ai fait, que la philosophie ou la méthodologie des sciences n'est d'aucune aide aux scientifiques.

Il m'apparaît rétrospectivement que la fonction la plus importante du questionnement que j'ai mené ici est de combattre ce que l'on pourrait appeler *l'idéologie de la science* telle qu'elle fonctionne dans notre société. Cette idéologie utilise le concept douteux de science et ce concept également douteux de vérité qui lui est souvent associé, en général à l'appui d'une position conservatrice. Comme exemple, je citerai cette forme de psychologie béhavioriste qui amène à traiter les hommes comme des machines ou encore l'utilisation intensive des résultats de QI dans notre système d'enseignement, défendue au nom de la science. Les arguments pour défendre ce type de discipline se fondent sur le fait qu'elles ont été formulées au moyen de la « méthode scientifique », ce qui leur confère du mérite. Les politiciens de droite n'ont pas l'apanage de l'usage de ces catégories de

la science et des méthodes scientifiques. Les marxistes s'y réfèrent également lorsqu'ils s'obstinent à prouver que le matérialisme historique est une science. Les catégories générales de la science et de la méthode scientifique sont encore utilisées pour éliminer ou supprimer des domaines d'étude. Par exemple, Popper attaque le marxisme et la psychologie adlérienne, sous prétexte qu'ils ne se conforment pas à sa méthodologie falsificationiste ; Lakatos invoque sa méthodologie des programmes de recherche scientifique pour partir en croisade contre le marxisme, la sociologie contemporaine, et d'autres formes de « pollution intellectuelle » !

Il est clair, désormais, que je considère qu'il n'existe pas de conception éternelle et universelle de la science ou de la méthode scientifique qui puisse servir les buts illustrés au paragraphe précédent. Nous ne disposons d'aucun moyen qui nous permette d'atteindre ce stade et de défendre une telle perspective. Rien ne nous autorise à intégrer ou à rejeter des connaissances en raison d'une conformité avec un quelconque critère donné de scientificité. Cette voie est semée d'embûches. Si, par exemple, notre visée est de nous prononcer de manière éclairée sur telle ou telle version du marxisme, nous devons nous interroger sur ses buts, savoir dans quelle mesure ils ont été atteints et connaître les forces ou les facteurs qui agissent sur son développement. Nous pourrions alors évaluer si ce pour quoi elle est conçue est souhaitable, évaluer à quel point ses méthodes lui permettent d'atteindre ses objectifs et juger les intérêts qu'elle sert.

Si l'un de mes objectifs dans ce livre est de combattre les utilisations illégitimes de la science et de la méthode scientifique, j'espère aussi qu'il aidera à contrer les réactions extrêmes, individualistes ou relativistes, vis-à-vis de l'idéologie de la science. Il n'est pas vrai que tout point de vue soit aussi bon qu'un autre. Pour disposer des moyens de transformer une situation, qu'il s'agisse du développement

d'une branche du savoir ou d'un aspect de la société, la meilleure façon de procéder consiste à appréhender la situation et à maîtriser les moyens de cette transformation. Cette action se fera généralement par la coopération. La politique du « tout est bon », interprétée dans un sens plus général que celui que visait probablement Feyerabend, doit être combattue parce qu'elle nous réduit à l'impuissance. Pour citer John Krige, « *tout est bon...* veut dire, pratiquement, *tout se maintient* ».

Bibliographie

- LOUIS ALTHUSSER, *Pour Marx*, F. Maspero, Paris, 1965.
- LOUIS ALTHUSSER, Étienne BALIBAR, Roger ESTABLET, Pierre MACHÉREY, Jacques RANCIÈRE, *Lire « le Capital »*, 2 tomes, F. Maspero, Paris, 1965.
- S. AMSTERDAMSKI, *Between Science and Metaphysics*, Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1975.
- H.D. ANTHONY, *Science and Its Background*, Macmillan, Londres, 1948.
- D.M. ARMSTRONG, *Belief, Truth and Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, 1973.
- A.J. AYER, *Langage, Vérité et Logique*, trad. J. Ohana, Flammarion, Paris, 1956.
- A.J. AYER, *The Foundations of Empirical Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, 1973.
- A.J. AYER éd., *Logical Positivism*, Free Press, Glencoe, 1959.
- Gaston BACHELARD, *Le Nouvel Esprit scientifique*, Presses universitaires de France, Paris, 1934.
- E. BARKER, *Social Contract: Essays by Locke, Hume and Rousseau*, Oxford University Press, Londres, 1976.
- ROY BHASKAR, *A Realist Theory of Science*, Harvester, Brighton, Sussex, 1975.
- D. BLOOR, « Two Paradigms of Scientific Knowledge? », *Science Studies I* (1971), pp. 101-115.
- D. BLOOR, « Popper's Mystification of Objective Knowledge », *Science Studies*, 4 (1974), pp. 65-76.

- D. BLOOR, *Sociologie de la logique ou les limites de l'épistémologie*, trad. de *Knowledge and Social Imagery* (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1976) par D. Ebnöther, Assoc. Pandore, Paris, 1983.
- British Journal for the Philosophy of Science*, 25 (1974), pp. 155-188, contient une discussion de quelques aspects techniques de la vérissimilarité par plusieurs auteurs.
- Harold I. BROWN, *Perception, Theory and Commitment: The New Philosophy of Science*, University of Chicago Press, Chicago, 1976.
- Rudolph CARNAP, *Logical Foundations of Probability*, University of Chicago Press, Chicago, 1962.
- A.F. CHALMERS, «Maxwell's Methodology and His Application of It to Electromagnetism», *Studies in History and Philosophy of Science*, 4 (1973), pp. 107-164.
- A.F. CHALMERS, «On Learning from our Mistakes», *British Journal for the Philosophy of Science*, 24 (1973), pp. 164-173.
- A.F. CHALMERS, «The Limitations of Maxwell's Electromagnetic Theory», *Isis*, 64 (1973), pp. 469-483.
- A.F. CHALMERS, «Towards An Objectivist Account of Theory Change», *British Journal for the Philosophy of Science*, 30 (1979), pp. 227-233.
- A.F. CHALMERS, «An Improvement and a Critique of Lakatos's Methodology of Scientific Research Programmes», *Methodology and Science*, 13 (1980), pp. 2-27.
- Maurice CLAVELIN, *La Philosophie naturelle de Galilée*, Armand Colin, Paris, 1968.
- R.S. COHEN, P.K. FEYERABEND et M.W. WARTOFSKY, éd., *Essays in Memory of Imre Lakatos*, Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1976.
- N. COPERNIC, *Des révolutions des orbes célestes*, trad. A. Koyré, Libr. A. Blanchard, Paris, 1934 et 1970.
- Gregory CURRIE, «The Role of Normative Assumptions in Historical Explanation», *Philosophy of Science*, 47 (1980), pp. 456-473.
- J. CURTHOYS et W. SUCHTING, «Feyerabend's Discourse Against Method», *Inquiry*, 20 (1977), pp. 243-397.

- J.J. DAVIES, *On the Scientific Method*, Longman, Londres, 1968.
- Bernard DIXON, *What is Science For?*, Collins, Londres, 1973.
- Stillman DRAKE, *Galileo Studies*, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1970.
- Vitus DROSCHER, *The Magic of the Senses*, Harper and Row, New York, 1971.
- P. DUHEM, *La Théorie physique, son objet, sa structure*, textes présentés par P. Brouzeng, Vrin, Paris, 1981.
- Paul K. FEYERABEND, «Explanation, Reduction and Empiricism», *Scientific Explanation, Space and Time, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 3, H. FEIGL et G. MAXWELL éd., University of Minnesota Press, Minneapolis, 1962, pp. 28-97.
- Paul K. FEYERABEND, «Realism and Instrumentalism: Comments on the Logic of Factual Support», *The Critical Approach to Science and Philosophy*, Mario BUNGE éd., Free Press, New York, 1964, pp. 280-308.
- Paul K. FEYERABEND, «Problems of Empiricism», *Beyond the Edge of Certainty*, R. Colodny éd., Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1965, pp. 145-260.
- Paul K. FEYERABEND, «Philosophy of Science: A Subject with a Great Past», *Philosophical Perspectives in Science, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 5, Roger STUEWER éd., University of Minnesota Press, Minneapolis, 1970.
- Paul K. FEYERABEND, «Consolations for the Specialist», in *Criticism and the Growth of Knowledge*, LAKATOS et MUSGRAVE éd., pp. 195-230.
- Paul K. FEYERABEND, *Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Seuil, Paris, 1979.
- Paul K. FEYERABEND, «How to Defend Society Against Science», *Radical Philosophy*, 11 (1975), pp. 3-8.
- Paul K. FEYERABEND, «On the Critique of Scientific Reason», in HOWSON (1976), pp. 309-339.
- Paul K. FEYERABEND, «Changing Patterns of Reconstruction», *British Journal for the Philosophy of Science*, 28 (1977), pp. 351-382.

Paul K. FEYERABEND, *Science in a Free Society*, New Left Books, Londres, 1978.

GALILÉE, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, Armand Colin, Paris, 1971.

J.W. GOETHE, *Traité des couleurs*, textes choisis et présentés par Paul-Henri BIDEAU, trad. Henriette Bideau, Triades, Paris, 1973, 3^e édition, 1986.

ERNST GOMBRICH, *L'Art et l'Illusion*, NRF, Paris, 1971.

R.L. GREGORY, *Eye and Brain*, Weidenfeld and Nicholson, Londres, 1972.

N.R. HANSON, *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, 1958.

Carl G. HEMPEL, *Éléments d'épistémologie*, trad. B. Saint-Sernin, Armand Colin, Paris, 1972.

Boris HESSEN, « The Social and Economic Roots of Newton's "Principia" », *Science at the Crossroads*, N.I. BUKHARIN et al. éd., Cass, Londres, 1971, pp. 149-212.

D. HUME, *Traité de la nature humaine*, trad. A. Leroy, « Bibliothèque philosophique », Aubier, Paris, 1946 et 1983.

D. HUME, « Du Contrat primitif », in *Essais politiques*, trad. franç. anonyme publiée en 1752 chez J.H. Schneider à Amsterdam, réédité en fac-similé avec une introduction de R. Polin, Vrin, Paris, 1972.

Colin HOWSON, éd., *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.

François JACOB, *La Logique du vivant : Une histoire de l'hérédité*, Gallimard, Paris, 1970.

Pierre JACOB, *L'Empirisme logique, Propositions, ses antécédents, ses critiques*, Éditions de Minuit, Paris, 1980.

Pierre JACOB, *De Vienne à Cambridge. L'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*, Gallimard, Paris, 1980.

Noretta KOERTGE, « Inter-Theoretic Criticism and the Growth of Science », *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R.C. BUCK et R.S. COHEN éd., Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1973.

Noretta KOERTGE, « Theory Change in Science », *Conceptual Change*, G. PEARCE et P. MAYNARD éd., Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1973.

Carl R. KORDIG, *The Justification of Scientific Change*, Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971.

Alexandre KOYRÉ, *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, PUF, 1966 et Gallimard, « Bibliothèque des idées », 1973 et coll. « Tel ».

John KRIGE, *Science, Revolution and Discontinuity*, Harvester, Brighton, Sussex, 1980.

T.S. KUHN, *La Révolution copernicienne*, trad. A. Hayli, Fayard, Paris, 1973.

T.S. KUHN, « The Function of Measurement in Modern Physical Science », *Isis*, 52 (1961), pp 161-193.

T.S. KUHN, « Comment (on the Relation between Science and Art) », *Comparative Studies in Society and History*, 11 (1969), pp. 403-412.

T.S. KUHN, « Second Thoughts on Paradigms », *The Structure of Scientific Theories*, F. SUPPE éd., University of Illinois Press, Urbana, 1973, pp. 459-482.

T.S. KUHN, « Logic of Discovery or Psychology of Research? » *Criticism and the Growth of Knowledge*, LAKATOS et MUSGRAVE éd., pp. 1-23.

T.S. KUHN, « Reflection on my Critics », *Criticism and the Growth of Knowledge*, LAKATOS et MUSGRAVE éd., pp. 231-278.

T.S. KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, trad. Laure Meyer, Flammarion, Paris, 1983.

T.S. KUHN, *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago University Press, Chicago, 1977.

T.S. KUHN, « La tension essentielle : tradition et innovation dans la recherche scientifique », in *De Vienne à Cambridge*, textes choisis, traduits et présentés par Pierre JACOB, Gallimard, Paris, 1980.

I. LAKATOS, *Preuves et Réfutations, Essai sur la logique de la découverte mathématique*, textes présentés par John WORRALL et Elie ZAHAR, trad. Nicolas Balacheff et Jean-Marie Laborde, Hermann, Paris, 1984.

I. LAKATOS, « Changes in the Problem of Inductive Logic », *The Problem of Inductive Logic*, I. LAKATOS éd., North Holland

- Publ. Co., Amsterdam, 1968, pp. 315-417, réédité in Worrall et Currie, 1978, vol. 2, pp. 128-200.
- I. LAKATOS, «History of Science and Its Rational Reconstructions», *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R.C. BUCK et R.S. COHEN éd., Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1971, pp. 91-136, réédité in Worrall et Currie (1978), vol. 1, pp. 102-138.
- I. LAKATOS, «Replies to Critics», in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R. BUCK et R.S. COHEN éd., Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1971, pp. 174-182.
- I. LAKATOS, «Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes», in *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd., Cambridge University Press, Cambridge, 1974, pp. 91-196.
- I. LAKATOS, «Popper on Demarcation and Induction», in *The Philosophy of Karl R. Popper*, pp. 241-273, réédité in Worrall et Currie (1978), vol. 1, pp. 139-167.
- I. LAKATOS, «Science and Pseudo-Science», in Worrall et Currie (1978), vol. 1, pp. 1-7.
- I. LAKATOS, «Newton's Effect on Scientific Standards», in Worrall et Currie éd., *Imre Lakatos, Philosophical Papers Volume I: The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge University Press, Cambridge, 1978, pp. 193-222.
- I. LAKATOS et A. MUSGRAVE éd., *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, 1974.
- I. LAKATOS et E. ZAHAR, «Why Did Copernicus's Programme Supersede Ptolemy's?», in *The Copernican Achievement*, R. Westman éd., California University Press, Berkeley, Calif., 1975; réédité dans Worrall et Currie (1978), vol. 1, pp. 168-192.
- Dominique LECOURT, *Marxism and Epistemology*, New Left Books, Londres, 1975. Voir aussi Dominique Lecourt, *Pour une critique de l'épistémologie (Bachelard, Canguilhem et Foucault)*, François Maspero, Paris, 1972.
- Bryan MAGEE, «Karl Popper: The World's Greatest Philosopher?», *Current Affairs Bulletin*, 50, n° 8 (1974), pp. 14-23.
- Karl MARX, *Contribution à la critique de l'économie politique*, trad. M. Husson et G. Badia, Editions sociales, Paris, 1957.

- J.C. MAXWELL, «The Kinetic Theory of Gases», *Nature*, 16 (1877), pp. 245-246.
- J.C. MAXWELL, «Illustration of the Dynamical Theory of Gases», in *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, 2 volumes, W.D. NIVEN éd., Dover, New York, 1965, vol. 1, pp. 337-409.
- J.C. MAXWELL, «Atom», in *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, vol. 2, W.D. NIVEN éd., Dover, New York, 1965, pp. 445-484.
- P. MEDAWAR, *Induction and Intuition in Scientific Thought*, Methuen, Londres, 1969.
- J.S. MILL, *Système de logique inductive et déductive*, trad. L. Peisse, Félix Alcan, Paris, 1896.
- C.W.K. MUNDLE, *Perception: Facts and Theories*, Oxford University Press, Oxford, 1971.
- Alan E. MUSGRAVE, «Logical versus Historical Theories of Confirmation», in *British Journal For the Philosophy of science*, 25 (1974), pp. 1-23.
- Alan E. MUSGRAVE, «The Objectivism of Popper's Epistemology», in *The Philosophy of Karl Popper*, P.A. SCHILPP éd., pp. 560-596.
- Alan E. MUSGRAVE, «Method or Madness», in *Essays in Memory of Imre Lakatos*, R.S. COHEN, P.K. FEYERABEND et M.W. WARTOFSKY éd., Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1976, pp. 457-491.
- M. POLANYI, *Knowing and Being*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1969.
- M. POLANYI, *Personal Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1973.
- K.R. POPPER, *La Logique de la découverte scientifique*, trad. Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux, Payot, Paris, 1973, 2^e éd., 1984. (Edition anglaise, 1968.)
- K.R. POPPER, *Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique*, trad. Michelle-Irène et Marc B. de Launay, Payot, Paris, 1985. (Edition anglaise, 1969.)
- K.R. POPPER, *Objective Knowledge*, Oxford University Press, Oxford, 1972. Traduit partiellement dans *La Connaissance*

- objective* (trad. Catherine Bastyns), éd. Complexe, Bruxelles, 1978.
- K.R. POPPER, « Normal Science and its Dangers », in LAKATOS et MUSGRAVE (1974), pp. 51-58.
- K.R. POPPER, *La Société ouverte et ses ennemis*, 2 vol., trad. J. Bernard et P. Monod, Seuil, Paris, 1979.
- H.R. POST, « Correspondence, Invariance and Heuristics », *Studies in History and Philosophy of Science*, 2 (1971), pp. 213-255.
- W.V.O. QUINE, « Les deux dogmes de l'empirisme », in P. JACOB, *De Vienne à Cambridge*, op. cit.
- G. RADNITZKY et G. ANDERSON éd., *Progress and Rationality in Science*, Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1978.
- J.R. RAVETZ, *Scientific Knowledge and Its Social Problems*, Oxford University Press, Oxford, 1971.
- V. RONCHI, « The Influence of the Early Development of Optics on Science and Philosophy », in *Galileo: Man of Science*, E. McMULLIN éd., Basic Books, New York, 1967, pp. 195-206.
- E. ROSEN, *Three Copernican Treatises*, Dover, New York, 1962.
- B. RUSSELL, *Problèmes de Philosophie*, trad. S.M. Guillemin, Payot, Paris, 1975.
- Denise RUSSELL, « Scepticism in Recent Epistemology », in *Methodology and Science*, 14 (1981), pp. 139-154.
- Wesley C. SALMON, *The Foundations of Scientific Inference*, Pittsburgh University Press, Pittsburgh, 1975.
- Israël SCHEFFLER, *Science and Subjectivity*, Bobbs-Merrill, New York, 1967.
- P.A. SCHILPP éd., *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Open Court, La Salle, Illinois, 1963.
- P.A. SCHILPP éd., *The Philosophy of Karl R. Popper*, Open Court, La Salle, Illinois, 1974.
- Leslie SKLAIR, *Organised Knowledge*, Paladin, St. Albans, 1973.
- J.J.C. SMART, *Between Science and Philosophy*, Random House, New York, 1968.
- D.C. STOVE, *Probability and Hume's Inductive Scepticism*, Oxford University Press, Oxford, 1973.

- A. TARSKI, « La conception sémantique de la vérité », in *Logique, Sémantique, Métamathématique, 1923-1944*, trad. fr. dirigée par G. Granger, Armand Colin, Paris, 1972, vol. II.
- A. TARSKI: « Le Concept de vérité dans les langages formalisés », in *Logique, Sémantique, Métamathématique, 1923-1944*, trad. fr. dirigée par G. Granger, Armand Colin, Paris, 1972, vol. I.
- A. TARSKI, « Truth and Proof », *Scientific American*, 220, n° 6 (1969), pp. 63-77.
- John WORRALL, « Thomas Young and the "Refutation" of Newtonian Optics: A Case-Study of the Interaction of Philosophy of Science and History of Science », in C. HOWSON éd., *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 107-179.
- John WORRALL et Gregory CURRIE éd., *Imre Lakatos. Philosophical Papers. Volume 1: The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge University Press, Cambridge, 1978.
- John WORRALL et Gregory CURRIE éd., *Imre Lakatos. Philosophical Papers. Volume 2: Mathematics, Science and Epistemology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1978.
- Elie ZAHAR, « Why Did Einstein's Programme Supersede Lorentz's? », *British Journal for the Philosophy of Science*, 24, (1973), pp. 95-123 et 223-262. Réédité in *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, C. HOWSON éd., Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 211-275.
- J. ZIMAN, *Public Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, 1968.

Index

- ADAMS, J.C., 96, 143.
 ADLER, A., 78.
 AL HAZEN, 207.
 ALTHUSSER, L., 12, 199, 227, 231, 269.
 AMSTERDAMSKI, S., 105, 269.
 ANDERSON, G., 182, 276.
 ANTHONY, H.D., 22, 269.
 ARCHIMÈDE, 206.
 ARISTOTE, 22, 88, 118, 126, 160, 168, 218.
 ARMSTRONG, D., 185, 269.
 AYER, A.J., 18, 36, 269.
 BACHELARD, G., 18, 269, 274.
 BACON, F., 17, 21.
 BADIA, G., 274.
 BALACHEFF, N., 273.
 BALIBAR, E., 269.
 BARKER, E., 230, 269.
 BASTYNS, C., 276.
 BERNARD, J., 276.
 BHASKAR, R., 245, 246, 255, 269.
 BIDEAU, H., 272.
 BIDEAU, P.-H., 272.
 BLACK, J., 60.
 BLAKE, T., 12.
 BLOOR, D., 269, 270.
 BOHR, N., 116, 117, 140.
 BRAHÉ, T., 113, 127, 138.
 BROUZENG, P., 271.
 BROWN, H.I., 183.
 BUCK, R.C., 148, 175, 197, 201, 272, 274.
 BUKHARIN, N.I., 170, 272.
 BUNGE, M., 218, 253, 271.
 CANGUILHEM, G., 274.
 CARNAP, R., 37.
 CAVENDISH, H., 140, 141, 146.
 CHALMERS, A.F., 98, 191, 270.
 CLAVELIN, M., 207, 270.
 COHEN, R.S., 148, 175, 182, 197, 201, 270, 272, 274, 275.
 COLODNY, R., 105.
 COPERNIC, N., 64, 65, 101, 107, 112, 114, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 132, 137, 145, 154, 158, 160,

161, 168, 170, 238, 239, 240, 270.
 CURRIE, G., 148, 172, 175, 176, 197, 202, 270, 274, 277.
 CURTHOYS, J., 9, 232, 270.
 DALTON, J., 160.
 DARWIN, C., 16, 59.
 DAVIES, J.J., 22, 271.
 DÉMOCRITE, 168.
 DESCARTES, R., 187.
 DEVAUX, P., 275.
 DIXON, B., 199, 271.
 DRAKE, S., 204, 271.
 DROSCHER, V., 72, 271.
 DUHEM, P., 49, 130, 271.
 EBNÖTHER, D., 183, 270.
 EDDINGTON, A.S., 98.
 EINSTEIN, A., 16, 88, 89, 98, 101, 148, 159, 163, 204, 211, 214, 223, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 277.
 ESTABLET, R., 269.
 FARADAY, M., 134, 146, 190.
 FEIGL, H., 105, 271.
 FEYERABEND, P.K., 12, 16, 19, 66, 72, 105, 123, 130, 147, 170, 177, 180, 182, 212, 215, 232, 251, 253, 254, 266, 268, 270, 271, 272, 275.
 FITZGERALD, G.F., 191.
 FOUCAULT, M., 274.
 FOURIER, J., 195.
 FRESNEL, A.J., 102, 190, 195.
 FREUD, S., 78, 142.
 GALILÉE, 16, 21, 22, 48, 56, 85, 88, 94, 95, 109, 123-126, 163, 170, 193, 194, 195, 203, 204, 207, 226, 238, 239, 240, 250, 261, 272.
 GALLE, J., 97, 103, 141.
 GOETHE, J.W., 83, 272.
 GOMBRICH, E., 72, 272.
 GRANGER, G., 277.
 GREGORY, R.L., 72, 272.
 GUILLEMIN, S.M., 276.
 HANSON, R.N., 54, 72, 272.
 HAYLI, A., 273.
 HEGEL, G.W.F., 83.
 HEMPEL, C.G., 35, 272.
 HERTZ, H., 66, 68, 104, 146, 192, 211, 238.
 HESSEN, B., 170, 272.
 HOWSON, C., 148, 183, 195, 204, 214, 225, 271, 272, 277.
 HUME, D., 41, 48, 49, 230, 272.
 HUSSON, M., 274.
 JACOB, F., 209, 272.
 JACOB, P., 272, 273, 276.
 JURDANT, B., 271.
 KEKULÉ, F., 238.
 KEPLER, J., 69, 80, 81, 99, 109, 125, 127, 128, 129, 186, 207.
 KOERTGE, N., 8, 105, 148, 272.
 KORDIG, C.R., 72, 273.
 KOYRÉ, A., 130, 239, 247, 273.
 KRIGE, J., 232.

KUHN, T.S., 15, 19, 61, 72, 130, 148-158, 160-167, 169, 172, 177, 183, 202, 219, 248, 251, 254, 273.
 LABORDE, J.-M., 273.
 LAKATOS, I., 8, 19, 49, 105, 114, 115, 129, 130, 135-147, 150, 152, 153, 165-167, 171-182, 196, 197, 200-208, 212, 214, 224, 261, 267, 270, 271, 273-277.
 LAUNAY DE, M., 275.
 LAUNAY DE, M.-I., 275.
 LAVOISIER, A., 95, 159.
 LECOURT, D., 199, 274.
 LEROY, A., 272.
 LEVERRIER, U.J., 96, 143.
 LOCKE, J., 187, 230.
 LODGE, O., 192.
 LORENTZ, H.A., 147, 148, 192, 204, 211, 214, 223, 234, 277.
 MACHEREY, P., 269.
 MAGEE, B., 18, 274.
 MARX, K., 9, 78, 137, 170, 231, 269, 274.
 MAXWELL, G., 104, 271.
 MAXWELL, J.C., 67, 70, 100, 101, 104, 117, 134, 152, 157, 159, 190, 191, 210, 211, 234, 238, 259, 275.
 MAYNARD, P., 105, 272.
 McMULLIN, E., 207, 276.
 MEDAWAR, P., 90, 275.
 MEYER, L., 273.
 MILL, J.S., 36, 228, 229, 275.
 MONOD, P., 199, 276.

MUNDLE, C.W.K., 37, 275.
 MUSGRAVE, A., 105, 115, 130, 147, 165, 172, 173, 177, 179, 180, 182, 196, 199, 201, 211, 212, 271, 273-276.
 NABOKOV, V., 9.
 NEWTON, I., 16, 21, 48, 69, 80, 86, 88, 89, 92, 96, 97, 103, 113-116, 128, 129, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 152-155, 160, 174, 185, 190, 191, 193, 201, 204, 212, 247, 250-252, 254-257, 259, 261, 274.
 NIVEN, W.D., 117, 210, 275.
 OSIANDER, A., 65, 239.
 PAULI, W., 158.
 PEARCE, G., 105, 272.
 PEISSE, L., 275.
 PLATON, 99, 185.
 POISSON, S.D., 101, 190.
 POLANYI, M., 56, 156, 275.
 POLIN, R., 230, 272.
 POPPER, K.R., 8, 9, 18, 49, 72, 78, 81, 83, 90, 96, 104, 108-111, 130, 138, 150, 166, 167, 180, 182, 192, 196-199, 202, 206, 227, 235, 243, 244, 250-253, 267, 274-276.
 POST, H.R., 105, 276.
 PROTAGORAS, 169.
 PTOLÉMÉE, C., 118, 119, 123, 127, 141, 207.
 QUINE, W.V.O., 9, 130, 276.

RADNITZKY, G., 182, 276.
 RANCIÈRE, J., 269.
 RAVETZ, J.R., 14, 193, 199, 276.
 ROENTGEN, W., 69, 85.
 RONCHI, V., 207, 276.
 ROSEN, E., 65, 276.
 RUSSELL, B., 40, 49, 98, 276.
 RUSSELL, D., 12, 183, 276.

 SAINT-SERNIN, B., 272.
 SALMON, W.C., 36, 276.
 SCHEFFLER, I., 72, 276.
 SCHILPP, P.A., 37, 49, 130, 196, 199, 275, 276.
 SCHLUMBERGER, A., 271.
 SCHNEIDER, J.H., 230, 272.
 SCHRÖDINGER, E., 259.
 SKLAIR, L., 199, 276.
 SMART, J.J.C., 253, 276.
 SNEED, J., 166.
 SODDY, F., 179.
 STEGMULLER, W., 166.
 STOVE, D.C., 49, 276.
 STUEWER, R., 16, 271.

 SUCHTING, W., 9, 232, 270.
 SUPPE, F., 166, 273.

 TARSKI, A., 241-243, 253, 277.
 THOMSON, J.J., 147.
 THOMSON, W., 210.
 THYSSEN-RUTTEN, N., 18, 72, 90, 110, 206, 275.
 TRUSEDELL, C., 14.

 WARTOFSKY, M.W., 212.
 WEBER, W., 147.
 WESTMAN, R., 148.
 WITTGENSTEIN, L., 9, 155.
 WOLFE, A.B., 35.
 WORRALL, J., 148, 172, 173, 175, 176, 195, 197, 205, 273, 274, 277.

 YOUNG, T., 174, 195, 204, 277.

 ZAHAR, E., 148, 204, 211, 223, 273, 274, 277.
 ZIMAN, J., 199, 277.

Table

<i>Préface à la première édition</i>	7
<i>Préface à la seconde édition</i>	11
 Introduction	 13
 1. L'inductivisme: la science, savoir issu des faits de l'expérience	 21
<i>Un point de vue communément admis sur la science</i>	21
<i>L'inductivisme naïf</i>	23
<i>Le raisonnement logique et déductif</i>	28
<i>La prédiction et l'explication dans l'inductivisme</i>	31
<i>L'attrait de l'inductivisme naïf</i>	35
<i>Lectures supplémentaires</i>	36
 2. Le problème de l'induction	 38
<i>Peut-on justifier le principe de l'induction?</i>	38
<i>Repli vers la probabilité</i>	44
<i>Réponses possibles au problème de l'induction</i> ...	47
<i>Lectures supplémentaires</i>	49

3. La dépendance de l'observation par rapport à la théorie	50
<i>Un point de vue commun sur l'observation</i>	51
<i>Des expériences visuelles non déterminées par des images sur la rétine</i>	53
<i>Les énoncés d'observation présupposent une théorie</i>	59
<i>L'observation et l'expérience sont guidées par la théorie</i>	66
<i>L'inductivisme non réfuté de façon concluante</i> ...	68
<i>Lectures supplémentaires</i>	71
4. Introduction au falsificationisme	73
<i>La logique en faveur du falsificationisme</i>	74
<i>La falsifiabilité comme critère de délimitation pour les théories</i>	75
<i>Degré de falsifiabilité, clarté et précision</i>	79
<i>Falsificationisme et progrès</i>	84
<i>Lectures supplémentaires</i>	90
5. Le falsificationisme sophistiqué, les prédictions nouvelles et le progrès de la science	91
<i>Degré de falsifiabilité relatif plutôt qu'absolu</i>	91
<i>Falsifiabilité ascendante et modifications ad hoc</i> ..	93
<i>La confirmation vue par les falsificationnistes</i>	97
<i>Audace, nouveauté et savoir acquis (background knowledge)</i>	100
<i>Comparaison des points de vue inductiviste et falsificationiste sur la confirmation</i>	102
<i>Lectures supplémentaires</i>	104

6. Les limites du falsificationisme	106
<i>La dépendance de l'observation par rapport à la théorie et la faillibilité des falsifications</i>	106
<i>La défense inadéquate de Popper</i>	108
<i>La complexité des situations de tests réalistes</i> ...	112
<i>Les raisons historiques de l'inadéquation du falsificationisme</i>	116
<i>La révolution copernicienne</i>	118
<i>Lectures supplémentaires</i>	129
7. Les théories comme structures:	
1. Les programmes de recherche	131
<i>Les théories dans leur ensemble doivent être considérées comme des structures</i>	131
<i>Les programmes de recherche de Lakatos</i> ..	136
<i>La méthodologie au sein d'un programme de recherche</i>	142
<i>La comparaison des programmes de recherche</i>	145
<i>Lectures supplémentaires</i>	148
8. Les théories comme structures:	
2. Les paradigmes de Kuhn	149
<i>Remarques introductives</i>	149
<i>Paradigmes et science normale</i>	152
<i>Crise et révolution</i>	157
<i>La fonction de la science normale et des révolutions</i>	163
<i>Lectures supplémentaires</i>	166
9. Rationalisme et relativisme	167
<i>Rationalisme</i>	168
<i>Relativisme</i>	169

<i>Lakatos rationaliste</i>	171
<i>Kuhn relativiste</i>	177
<i>Pour changer les termes du débat</i>	181
<i>Lectures supplémentaires</i>	182
10. L'objectivisme	184
<i>L'individualisme</i>	185
<i>L'objectivisme</i>	188
<i>La science, pratique sociale</i>	193
<i>Popper, Lakatos et Marx défenseurs de l'objectivisme</i>	196
<i>Lectures supplémentaires</i>	199
11. Une vision objectiviste du changement de théorie en physique	200
<i>Les limites de l'objectivisme de Lakatos</i>	200
<i>Opportunités objectives</i>	203
<i>Une vision objectiviste du changement de théorie en physique</i>	208
<i>Invitation à la prudence</i>	212
<i>Lecture supplémentaire</i>	214
12. La théorie anarchiste de la connaissance de Feyerabend	215
<i>Tout est bon</i>	215
<i>Incommensurabilité</i>	219
<i>La science n'est pas nécessairement supérieure aux autres disciplines</i>	224
<i>La liberté de l'individu</i>	228
<i>Lectures supplémentaires</i>	232
13. Réalisme, instrumentalisme et vérité	233
<i>Remarques introductives</i>	233
<i>L'instrumentalisme</i>	235

<i>La théorie de la correspondance de la vérité avec les faits</i>	240
<i>Problèmes soulevés par la notion commune de vérité</i>	244
<i>Popper et l'approximation vers la vérité</i>	250
<i>Lectures supplémentaires</i>	253

14. Réalisme non figuratif	254
<i>La relation entre les théories et leurs successeurs</i>	254
<i>Le réalisme non figuratif</i>	257
<i>Qu'est-ce que cette chose qu'on appelle la science?</i>	260
<i>Le relativisme en perspective</i>	263
<i>A quoi bon se casser la tête?</i>	266

<i>Bibliographie</i>	269
----------------------------	-----

INDEX	279
-------------	-----